



Institut de Recherche Agricole pour  
le développement  
Centre Nord  
Station polyvalente de Garoua



## **CULTURES DE DIVERSIFICATION**

### **Synthèse de la campagne expérimentale soja et tournesol dans la zone cotonnière du Nord Cameroun**

#### **Résultats de la campagne expérimentale 2007**



**WEY Joseph, YAKOUBA Oumarou**

**mars 2008**



Centre de Coopération  
Internationale en Recherche  
Agronomique pour le  
Développement



## Sommaire

|   |    |
|---|----|
| Sommaire .....  | 2  |
| Liste des tableaux .....  | 4  |
| Listes des figures .....  | 4  |
| 1. Introduction .....   | 5  |
| 2. Matériel et méthodes .....   | 5  |
| 2.1. Les sites de l'étude .....   | 5  |
| 2.2. Les dispositifs expérimentaux .....  | 9  |
| 2.2.1. Essai variétal soja .....  | 10 |
| 2.2.2. Les essais variétaux tournesol .....   | 10 |
| 2.2.3. Essai courbe de réponse NPK-Soja .....   | 11 |
| 2.2.4. Essai courbe de réponse NPK-Tournesol .....  | 12 |
| 2.2.5. Les tests conduits avec les paysans expérimentateurs .....                               | 13 |
| 3. Résultats et discussion essais SOJA .....  | 13 |
| 3.1. Essais variétaux Soja .....  | 13 |
| 3.1.1. La levée .....   | 13 |
| 3.1.2. La nodulation des plantes .....  | 14 |
| 3.1.3. . Le développement végétatif, hauteur plante .....                                       | 15 |
| 3.1.4. Cycle .....  | 16 |
| 3.1.5. Poids 1000 Graines .....   | 17 |
| 3.1.6. Le rendement grains par variété .....  | 18 |
| 3.2. Les tests soja en milieu paysans (recherche en partenariat) .....                          | 19 |
| 3.2.1. . Test de modalités de semis (recherche en partenariat avec les producteurs) .....       | 19 |
| 3.2.2. Tests d'écartement entre les lignes (recherche en partenariat avec les producteurs) .... | 20 |
| 3.2.3. Test variétal (recherche en partenariat avec les producteurs) .....                      | 21 |
| 3.3. Récapitulatif des dates des principales phases physiologiques et rendement .....           | 21 |
| 3.4. . Essai courbe de réponse NPK- Soja .....  | 22 |
| 3.4.1. Principes .....  | 22 |
| 3.4.2. Effet des doses NPK et de l'azote sur soja .....   | 23 |
| 4. . Résultats et discussion des essais variétaux tournesol .....                               | 25 |
| 4.1. Essais variétaux tournesol .....   | 25 |
| 4.1.1. La levée .....   | 25 |
| 4.1.2. La floraison .....   | 26 |
| 4.1.3. Maladie des plantes .....  | 27 |
| 4.1.4. La verse .....   | 28 |
| 4.1.5. Hauteur des plantes .....  | 29 |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 4.1.6.                                      | . Diamètre des capitules .....  | 30 |
| 4.1.7.                                      | Rendement grains à l'hectare .....  | 31 |
| 4.1.8.                                      | Poids 1000 graines .....  | 32 |
| 4.1.9.                                      | . Production en huile.....  | 33 |
| 4.1.10.                                     | Récapitulatif des dates des principales phases physiologiques et rendement du tournesol ..... | 34 |
| 4.2.  | . Courbe de réponse NPK-tournesol.....  | 35 |
| 5.  | Conclusion et recommandations .....   | 37 |
| ANNEXE : LES PROTOCOLES EXPERIMENTAUX ..... |   | 40 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1: % des plantes levées dans les trois sites d'étude .....                               | 14 |
| Tableau 2: Nombre moyen de nodosités d'une plante par variété .....                              | 15 |
| Tableau 3 : Hauteur moyenne d'une plante par variété .....                                       | 16 |
| Tableau 4 : le cycle cultural (jours après semis) de chaque variété .....                        | 16 |
| Tableau 5 : Poids de 1000 graines par site et par variété .....                                  | 17 |
| Tableau 6 : Présentation des résultats de rendement (kg/ha) pour chaque variété.....             | 18 |
| Tableau 7 : Récapitulatif des rendements moyens par variété .....                                | 19 |
| Tableau 8 : Rendement en grains kg/ha selon les différentes modalités de semis .....             | 20 |
| Tableau 9 : Résultats de rendement en grains selon les trois écartements .....                   | 20 |
| Tableau 10 : résultats de rendement selon les différentes variétés. ....                         | 21 |
| Tableau 11 : Récapitulation de quelques paramètres des variétés utilisées .....                  | 22 |
| Tableau 12 : Pourcentage de levée par variété dans les trois sites d'étude.....                  | 26 |
| Tableau 13: Floraison : nombre de jours après semis à 50 % de plantes fleuries .....             | 27 |
| Tableau 14 : Pourcentage de plantes atteintes au niveau du collet selon les variétés .....       | 28 |
| Tableau 15 : Pourcentage de verse par variété et par site .....                                  | 29 |
| Tableau 16: Hauteur moyen des plantes sur les trois sites d'étude.....                           | 30 |
| Tableau 17: Diamètre moyen (cm) des capitules par variété et par site .....                      | 31 |
| Tableau 18: Rendement moyen des différentes variétés de tournesol sur les trois sites d'étude .. | 32 |
| Tableau 19: Poids de 1000 graines par variété et par site .....                                  | 33 |
| Tableau 20 : Production en huile.....  | 34 |
| Tableau 21 : Récapitulation de quelques paramètres des variétés utilisées .....                  | 34 |
| Tableau 22: Poids de 1000 graines courbe de réponse NPK tournesol dose secondaire .....          | 36 |

## Listes des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: Carte des isohyètes pluviométriques de la sous région (Cameroun, Tchad, RCA).....  | 6  |
| Figure 2 : Comparaison de la moyenne pluviométrique en mm de 1987-2002 et de la pluviométrie en 2007 (cumule et par quinzaine).....                  | 7  |
| Figure 3 : Pluviométrie comparée entre la moyenne sur 15 ans et celle de la campagne 2007; cumul et par quinzaine en mm .....                        | 8  |
| Figure 4 : Pluviométrie de Tcholliré en mm; moyenne sur une séquence de 15 ans (trait noir) et la pluviométrie de l'année 2006 (trait rouge). ....   | 9  |
| Figure 5 : Courbe de réponse théorique ; influence des facteurs étudiés et limites .....   | 23 |
| Figure 6 : Effet des différentes doses de NPK et de l'azote sur le nombre de gousses/plante, le poids de 1000 grains et le rendement en grains ..... | 24 |
| Figure 7 : Résultats des doses NPK aux différentes variables mesurées sur les sites de Soukoundou et Sanguéré.....                                   | 35 |

## **1. Introduction**

Le soja et le tournesol sont une source importante de protéines et d'huiles, dont les applications industrielles sont multiples. Elles entrent aussi bien dans la fabrication de denrées alimentaires humaines que de fourrage pour les animaux. Le présent rapport fait état des résultats obtenus en matière d'expérimentation dans le cadre du projet « diversification » qui se propose de tester la faisabilité de la culture du soja et du tournesol comme culture de rotation avec le cotonnier au Nord Cameroun.

Les expérimentations ont commencé lors de la campagne agricole 2006. Pour la campagne 2007, il a été retenu de continuer les essais de comparaison variétale (soja et tournesol) sur trois sites (limite nord : Soukoundou ; centre : Garoua ; Sud : Tcholliré) conduits à un niveau optimal de fertilisation (pour écarter tout risque de carence minérale éventuelle). Les fertilisations sont calculées en s'appuyant sur les besoins nutritionnels des plantes pour un objectif de production de 2 tonnes de graines /ha, sans tenir compte des réserves minérales du sol.

Le deuxième volet d'expérimentation concerne l'ajustement de la fertilisation minérale (courbes de réponse). Compte tenu de l'indisponibilité des engrais simples N, P et K, le test initial a été remplacé par un test comparatif d'engrais complexe (15-20-15), pour déterminer le niveau optimal de fertilisation en engrais NPK.

Pour le matériel végétal, les sources d'approvisionnement ont été :

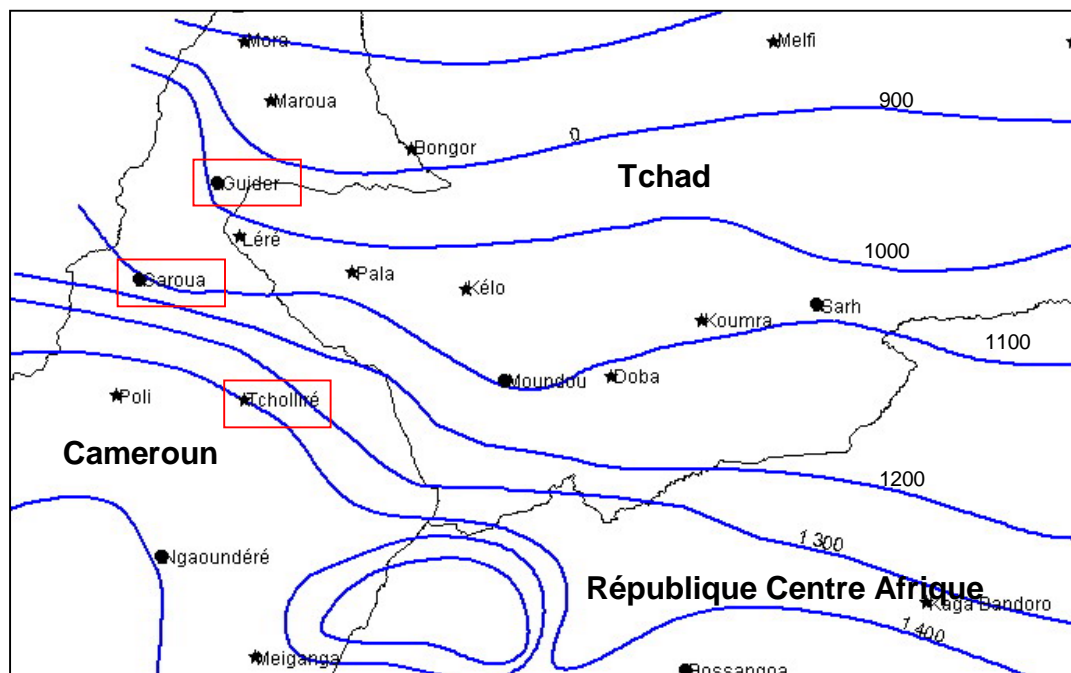
Pour le soja : le matériel dit « local » qui a été introduit depuis les trente dernières années (projet de recherche soja de 1980, projet actuel de soja à Mokolo). Ces semences sont collectées auprès des centres de production ou des producteurs qui en cultivent encore. Pour certaines, on dispose du nom de la variété, pour d'autres, on attribue à la variété le nom provisoire du village de collecte. D'autre part, il a été importé du matériel du Nigéria (famille des TGX) et du Brésil (via Cirad Brésil) pour enrichir la collection. Enfin, il a été mené conjointement avec les services de recherche de la Sodécoton une collection de variété de soja.

Pour le tournesol : ne disposant pas de semences sur place, nous nous sommes adressés aux maisons de production de semences en France (Panam et Euralis) qui nous ont fourni une collection d'hybrides.

## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1. Les sites de l'étude**

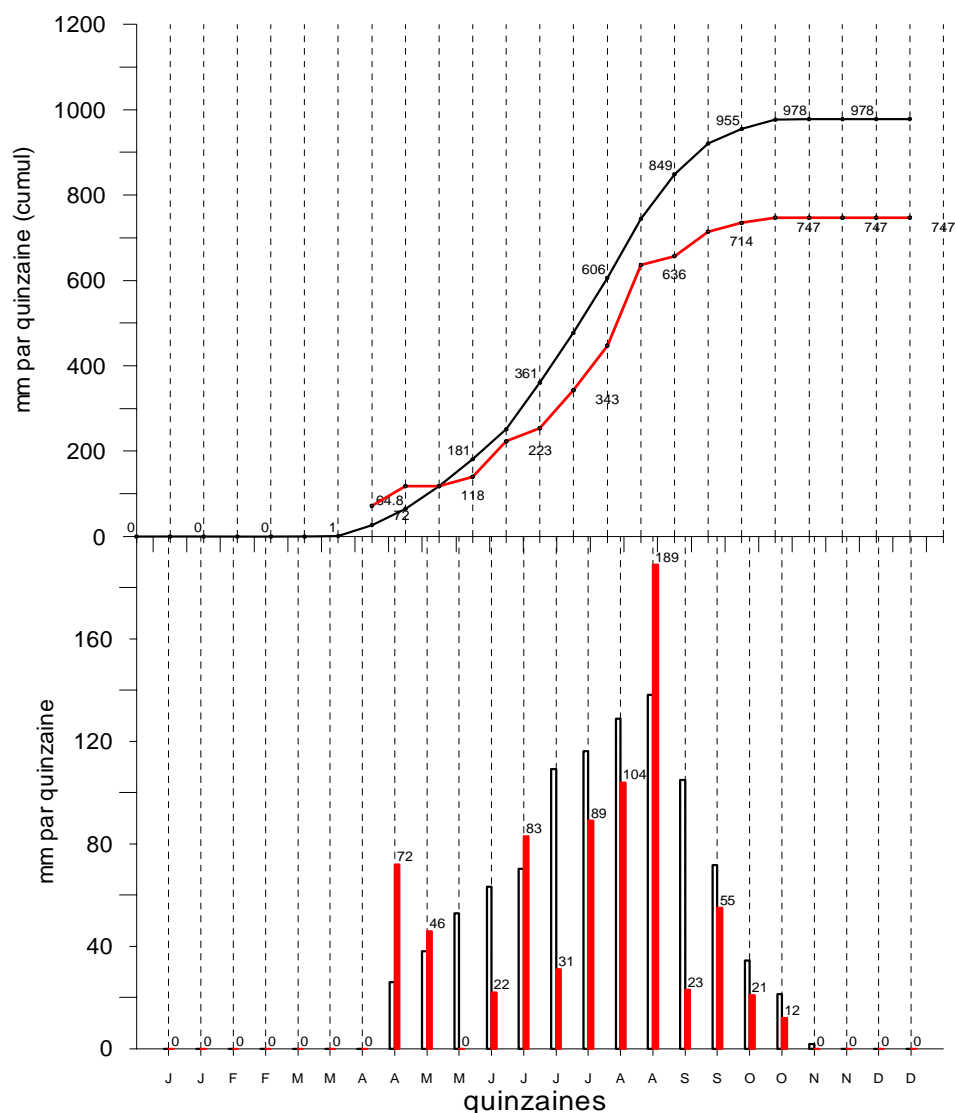
Les expérimentations ont été conduites dans trois sites à savoir : Soukoundou situé au nord de Garoua, Sanguéré dans la périphérie sud de Garoua et Tcholliré dans le Mayo Rey.



**Figure 1: Carte des isohyètes pluviométriques de la sous région (Cameroun, Tchad, RCA)**

**Soukoundou (proche de Guider)**

Ce point d'essai est situé au sud de Guider avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 900 et 1000 mm. Le sol est de type ferrugineux tropicaux caillouteux (IRAD/PRASAC 1999) avec des pentes faibles (2 à 3%). La figure suivante récapitule la pluviométrie 2007 comparée à la moyenne des 15 dernières années.



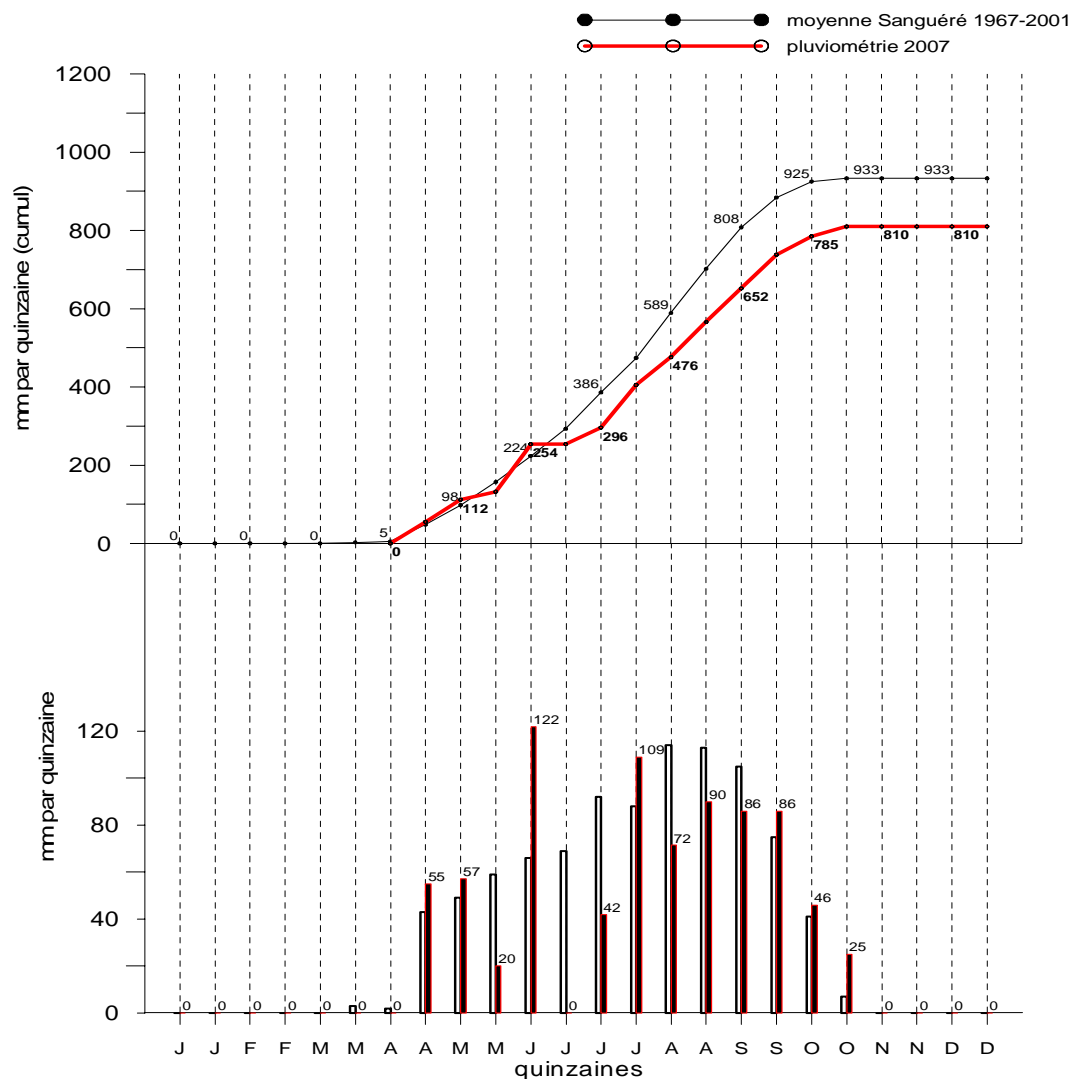
**Figure 2 : Comparaison de la moyenne pluviométrique en mm de 1987-2002 et de la pluviométrie en 2007 (cumule et par quinzaine).**

A Soukoundou cette année, nous avons connu un démarrage fastidieux de la saison des pluies par rapport à la pluviométrie moyenne des 15 dernières années. Puis, on note une succession de faibles pluies, nettement en deçà de la moyenne, jusqu'à la deuxième quinzaine du mois d'août qui a été particulièrement arrosée avec un très net excédent. Enfin, la saison s'achève de manière plus accélérée que la moyenne sur 15 ans.

Cette année, la pluviométrie cumulée est de 747 mm, soit 231 mm de moins que la moyenne sur 15 ans (978 mm).

### **Sanguéré (proche de Garoua)**

La pluviométrie annuelle moyenne (1967-2001) est de 933 mm. Le sol est de type ferrugineux tropical sableux avec un pH acide compris entre 5.5 et 6.1. Ces sols sont pauvres en matière organique et les éléments nutritifs sont plus ou moins lessivés.



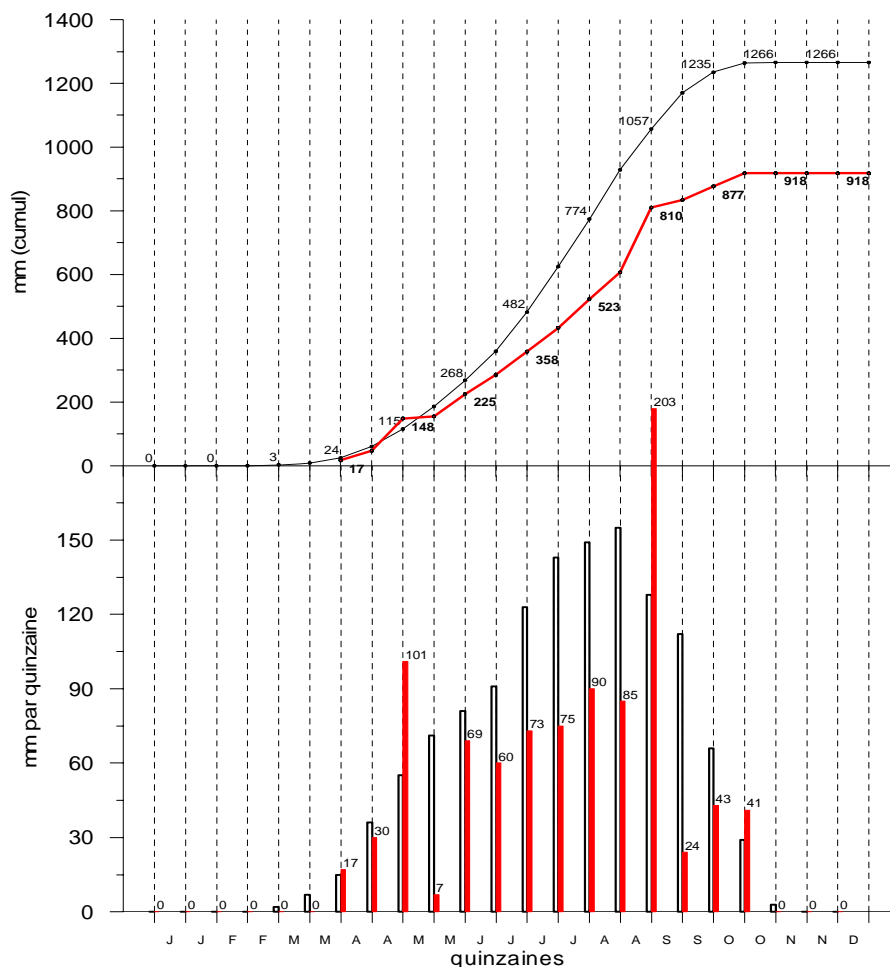
**Figure 3 : Pluviométrie comparée entre la moyenne sur 15 ans et celle de la campagne 2007; cumul et par quinzaine en mm**

En début de saison cette année à Sanguéré, nous avons connu une pluviométrie en conformité avec la moyenne des 15 dernières années. Cependant, le mois de juin, période au cours de laquelle la plupart des semis ont été effectués, a été particulièrement sec (28 jours de sécheresse). On a noté par la suite une bonne répartition des pluies, mais cependant hétérogène par rapport à la moyenne. La fin de saison a été meilleure que les 15 dernières années. La pluviométrie moyenne cumulée en mm sur 15 ans montre en 2007 un déficit de 123 mm.

### Tcholliré

Situé à plus de 250 km au sud de Garoua, ce site a une pluviométrie annuelle moyenne de 1266 mm sur les quinze dernières années. L'année 2007 a été particulièrement déficitaire en eau, avec une moyenne de seulement 918 mm d'eau durant la campagne. soit un déficit de 348 mm.





**Figure 4 : Pluviométrie de Tcholliré en mm; moyenne sur une séquence de 15 ans (trait noir) et la pluviométrie de l'année 2006 (trait rouge).**

Malgré le déficit marqué, il n'y a pas eu de stress majeur sauf en début juin. Globalement, la répartition a été nettement meilleure que dans les sites précédents. Mais on note cependant dans la deuxième quinzaine du mois d'août, un excédent de pluie qui a pu compenser les précipitations médiocres d'octobre et permettre ainsi une bonne fin de cycle.

## 2.2. Les dispositifs expérimentaux

Les dispositifs expérimentaux sont de type *blocks de Fischer randomisés*. La taille des parcelles élémentaires et le nombre de répétitions sont déterminés selon la quantité de semences disponibles. Les dates de semis sont réalisés selon la pluviométrie.

Nous avons finalement conduit :

Deux protocoles « variétaux » : sur les trois sites : Soukoundou, Sanguéré, Tcholliré  
Variétal soja.  
Variétal tournesol.

Deux protocoles « courbe de réponse NPK » : sur deux sites : Soukoundou et Sanguéré  
Courbe de réponse NPK-soja.  
Courbe de réponse NPK-tournesol.

Par ailleurs, ce dispositif expérimental en station est accompagné d'un dispositif de recherche-action sur le soja, en partenariat avec les paysans (sur convention SCAC : Prasac) des villages de Mafa Kilda, Laindé Karéwa et Israël, villages situés à une quinzaine de km au sud de Garoua. Dans ce dispositif, 4 protocoles de recherche sont adoptés : doses NPK, écartement

entre les lignes de semis, modalités de semis et un test variétal. Ces tests sont conduits sur des parcelles paysannes et menés par des groupes de producteurs. La superficie de chaque test est de 2500 m<sup>2</sup>. Chaque test est conduit par quatre groupes de paysans (constituant les répétitions)

### 2.2.1. Essai variétal soja

L'objectif de cet essai est de poursuivre l'étude du comportement de différentes variétés du soja dans la zone cotonnière du Cameroun sur trois sites : Sanguéré (zone Garoua), Soukoundou (Guider), Tcholliré (dans le Mayo Rey).

#### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est de type *blocks de Fischer randomisés* à 6 répétitions et 16 traitements (variétés). Les parcelles élémentaires sont constituées de 10 lignes x 0.5 m x 10 m soit 50 m<sup>2</sup>, pour une superficie totale de 4800 m<sup>2</sup>.

#### Les variétés utilisées (Trt = traitement)

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Trt 1 = ESA                    | Trt 9 = TGX 1844 18 E    |
| Trt 2 = TGX 849 29 4D (Mokolo) | Trt 10 = TGX 1485 1 D    |
| Trt 3 = SJ 235                 | Trt 11 = TGX 1448 2 E    |
| Trt 4 = Houla 1                | Trt 12 = Pitoa 2 (Ngong) |
| Trt 5 = Houla 2                | Trt13 = CD 204           |
| Trt 6 = TGX 1740 2 F           | Trt 14 = CD 211          |
| Trt 7 = TGX 1910 14 F          | Trt 15 = CD 222          |
| Trt 8 = TGX 1830 20 E          | TRT 16 = CD 98 3185      |

#### Conduite expérimentale

La préparation du sol est réalisée par un labour aux bœufs sur les sites de Soukoundou et Tcholliré. Par contre à Sanguéré le semis direct a été utilisé. Les semis se sont effectués le 26 et 27 juin à Tcholliré, le 27 et 28 juin à Soukoundou et le 02 et 03 juillet à Sanguéré. L'écartement entre les lignes est de 50 cm et 6.1 cm sur la ligne pour une profondeur de semis de 3 à 4 cm. La quantité de semence utilisée varie entre 35 et 40 kg/ha suivant le pouvoir germinatif et le poids de 1000 grains, pour une densité visée de 330 000 pieds/ha. La fertilisation utilisée est de 200 kg/ha de NPK (15-20-15). Les sarclages sont réalisés manuellement.

Les observations sont faites sur l'ensemble des parcelles et ont porté sur les stades phénologiques (levée, floraison, apparition des gousses), la densité de plantation à la récolte, la hauteur des plantes à la récoltes, et enfin le rendement. Ce dernier a été effectué sur la totalité des lignes dans les trois sites.

### 2.2.2. Les essais variétaux tournesol

L'objectif est d'étudier le comportement des différentes variétés du tournesol dans la zone cotonnière du Cameroun sur les trois sites : Sanguéré (zone Garoua), Soukoundou (Guider), Tcholliré (dans le Mayo Rey).

#### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est de type *blocks de Fischer randomisés* à 6 répétitions et 13 traitements (variétés).

A Sanguéré, les parcelles élémentaires étaient constituées de 8 lignes x 0.6 m x 10 m soit 48 m<sup>2</sup>, pour une superficie totale de 3744 m<sup>2</sup>.

A Tcholliré et Soukoundou, à cause d'une insuffisance de semence, les parcelles élémentaires sont ramenées à 6 lignes x 0.6 m x 5 m soit 18 m<sup>2</sup>, pour une superficie totale de 1404 m<sup>2</sup>.

| Variété                | Origine | Remarque                           |
|------------------------|---------|------------------------------------|
| Trt1 = piperone        | Panam   | grosse graine à croquer<br>Oléique |
| Trt 2 = bamako         | Panam   |                                    |
| Trt 3 = PAN 07 – CO/2  | Panam   |                                    |
| Trt 4 = PAN 07 – CO/7  | Panam   |                                    |
| Trt 5 = PAN 07 – CO/16 | Panam   |                                    |
| Trt 6 = PAN 07 – CO/17 | Panam   |                                    |
| Trt 7 = PAN 07 – CO/18 | Panam   |                                    |
| Trt 8 = PAN 07 – CO/19 | Panam   |                                    |
| Trt 9 = heliasol       | Panam   | Oléique                            |
| Trt 10 = LG 545 HO     | Panam   |                                    |
| Trt 11 = all star RM   | Euralis | Oléique                            |
| Trt 12 = pomar RM      | Euralis | Oléique                            |
| Trt 13 = altesse RM    | Euralis | Oléique                            |

### Conduite expérimentale de l'essai

Après une préparation du sol par labour aux bœufs dans tous les sites, les semis ont eu lieu le 18 juin à Sanguéré, le 26 juin à Soukoundou, et le 28 juin à Tcholliré à raison de 2 graines par poquet à une profondeur d'environ 3 cm. On a effectué par la suite un éclaircissage à 1 pied/poquet. L'écartement entre les lignes était de 60 cm et de 25 cm sur la ligne. La fertilisation en NPK (15-20-15) s'est faite à la dose de 200 kg/ha. Il a été réalisé une fertilisation azotée systématique sur les trois sites à une dose de 150 kg/ha d'urée.

Les observations ont porté sur la levée, la floraison, la hauteur des plantes, le diamètre capitulaire, les rendements et sur les symptômes de maladie. La récolte s'est effectuée à Sanguéré sur les 6 lignes centrales en éliminant 50 cm de part et d'autre de la parcelle, soit 6 lignes x 0.6 x 9 m = 32.4 m<sup>2</sup>. A Tcholliré et Soukoundou, elle s'est fait sur les 4 lignes centrales en éliminant aussi 50 cm de part et d'autre de la parcelle, soit 4 lignes x 0.6 m x 4 m = 9.6 m<sup>2</sup>.

#### 2.2.3. Essai courbe de réponse NPK-Soja

L'objectif de cet essai est de déterminer les doses optimales en NPK du soja pour ajuster au mieux la dose de fertilisant.

#### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est de type *blocks de Fischer randomisés* à 8 répétitions et 8 traitements (doses NPK) principaux. Ces derniers ont été divisés en sous traitement.

A Sanguéré :

- Le traitement principal (doses NPK : 0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 kg/ha) occupait une parcelle de 8 lignes x 0.5 x 10 m soit 40 m<sup>2</sup> de superficie;
- Le sous traitement (dose NPK + 0 Kg/ha d'urée et dose NPK + 100 kg/ha d'urée) occupait une parcelle de 8 lignes x 0.5 x 5 m soit 20 m<sup>2</sup> de superficie.

La superficie totale de l'essai était de 2560 m<sup>2</sup>.

A Soukoundou :

- Le traitement principal (doses NPK : 0, 80, 160, 240, 320, 400, 480, 560 kg/ha) occupait une parcelle de 10 lignes x 0.5 x 10 m soit 50 m<sup>2</sup> de superficie,
- Le sous traitement (dose NPK + 0 Kg/ha d'urée et dose NPK + 100 Kg/ha d'urée) occupait une parcelle de 10 lignes x 0.5 x 5 m soit une superficie de 25 m<sup>2</sup>.

La superficie totale de l'essai était de 3200 m<sup>2</sup>

Dans les deux sites, le NPK est amené sous la formulation 15 10 15- 6S-1B et l'azote supplémentaire sous forme d'urée (46% N)

### **Conduite expérimentale :**

La préparation du terrain s'est faite par labour aux bœufs comme dans les autres essais. Le soja utilisé est la variété Houla 1, semée le 04 juillet à Soukoundou et 25 juillet à Sanguéré, avec un écartement de 50 cm entre les lignes 0.6 m sur la ligne, à une profondeur de 3 à 4 cm, et pour une densité visée de 330 000 pieds à l'hectare.

Le traitement principal (différentes doses de NPK) est appliqué à 20 jours après semis dans un sillon tracé à côté du rang de soja. Pour éviter tout risque de perte d'engrais par ruissellement, un buttage est effectué dès l'apport d'engrais.

Le traitement secondaire (avec ou sans apport supplémentaire d'urée) est aussi appliqué de façon identique à l'approche de la floraison. Les parcelles sont également butées dès l'apport de l'urée.

Les observations ont été faites sur l'ensemble des parcelles et ont porté sur la levée, la densité de plantation à la récolte, le nombre de gousses par plant, et enfin le rendement. Ce dernier est effectué à Sanguéré sur les 6 lignes centrales en éliminant 50 cm de part et d'autre de la parcelle ; à Soukoundou sur les 8 lignes centrales en éliminant 50 cm de part et d'autre de la parcelle.

#### **2.2.4. Essai courbe de réponse NPK-Tournesol**

L'objectif de cet essai était de déterminer les doses optimales de NPK à appliquer.

##### **Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental était un *blocks de Fischer randomisés* à 8 répétitions et 8 traitements principaux (doses NPK) à Sanguéré ; 8 répétitions et 5 traitements principaux (doses NPK) à Soukoundou. Tous les traitements sont splittés en deux sous-traitements (avec et sans urée complémentaire).

##### **Sanguéré :**

- Le traitement principal (doses NPK : 0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 kg/ha) sur une parcelle élémentaire principale de 9 lignes x 0.6 x 10 m soit 54 m<sup>2</sup> de superficie ;
- Le sous-traitement (0 kg/ha d'urée et + 100 kg/ha d'urée) sur une sous-parcelle élémentaire de 9 lignes x 0.6 x 5 m soit 27 m<sup>2</sup> de superficie.

La superficie totale de l'essai était de 3456 m<sup>2</sup>.

##### **Soukoundou :**

- Les traitements principaux (doses NPK : 0, 50, 100, 150, 200) sur une parcelle élémentaire principale de 8 lignes x 0.6 x 10 m soit 48 m<sup>2</sup> de superficie ;
- Le sous-traitement (dose NPK + 0 Kg/ha d'urée et dose NPK + 100 Kg/ha d'urée) sur une sous-parcelle élémentaire 8 lignes x 0.6 x 5 m soit 24 m<sup>2</sup> de superficie.

La superficie totale de l'essai était de 1920 m<sup>2</sup>.

Dans les deux sites le NPK est amené sous la formulation 15 20 15 et l'azote supplémentaire sous forme d'urée (46% N)

##### **Conduite expérimentale de l'essai**

Après labour aux bœufs, les parcelles sont semées avec le tournesol variété *Bamako* le 17 juin à Sanguéré et 29 juillet à Soukoundou. Deux graines par poquets ont été semées à une profondeur d'environ 3 cm. L'écartement entre les lignes est de 60 cm et 25 cm entre les poquets pour une densité visée de 66 600 pieds à l'hectare après démariage à un plant.

Le traitement principal (différentes doses de NPK) a été appliqué à environ 30 jours après semis dans un sillon tracé à côté du rang de tournesol (le déficit hydrique de 28 jours après le semis

nous a amené à retarder l'apport de NPK). Pour éviter tout risque de perte d'engrais par ruissellement, un buttage est effectué dès l'apport d'engrais exécuté.

Le traitement secondaire (avec ou sans apport supplémentaire d'urée) est aussi appliqué en début de floraison dans un sillon tracé à côté du rang de tournesol, et les parcelles ont été butées dès l'apport achevé.

Les observations sont faites sur l'ensemble des parcelles et portent sur la levée, la floraison, la hauteur des plantes, le diamètre capitulaire, la densité de plante à la récolte et le rendement. La récolte est effectuée à Sanguéré sur les 7 lignes centrales en éliminant 50 cm de part et d'autre de la parcelle, soit 7 lignes x 0.6 x 4 m = 16,8 m<sup>2</sup>. A Soukoundou, elle s'est faite sur les 6 lignes centrales en éliminant aussi 50 cm de part et d'autre de la parcelle, soit 6 lignes x 0.6 m x 4 m = 14,4 m<sup>2</sup>.

### **2.2.5. Les tests conduits avec les paysans expérimentateurs**

Plusieurs thèmes expérimentaux sont conduits dans un dispositif de démarche de « recherche en partenariat » dans les villages de Laindé Karéwa, Mafa Kilda et Israël (sur convention SCAC). Cette démarche a été choisie pour mettre au point des solutions techniques en valorisant le savoir-faire des producteurs. Les thèmes suivants ont été choisis avec les producteurs :

- Variétal : comparaison de 6 variétés (déjà testés en station l'année passée)
- Modalités de semis : on propose de comparer quatre modalités : semis en ligne (référence), semis en poquets (type Mokolo), semis au labour (comme pour l'arachide), semis direct après désherbage chimique.
- Fertilisation : trois doses sont comparées : 0, 100 kg/ha NPK, 200 kg/ha NPK
- Enfin, trois écartements sont testés : 0.40 m, 0.50 m 0.60 m

Les tests sont menés sur une superficie de 1 quart (2500 m<sup>2</sup>) et conduits par les producteurs (avec les imprécisions de conduite en milieu paysan)

## **3. Résultats et discussion essais SOJA**

### **3.1. Essais variétaux Soja**

#### **3.1.1. La levée**

Globalement, la levée (tableau 1) a été très mauvaise sur les sites de Soukoundou et Sanguéré, causée par des contraintes pluviométriques très fortes qui ont prévalu en début de campagne (cf graphiques pluviométriques). Sur le site de Tcholliré qui n'a pas subi de contraintes pluviométriques, la levée a été nettement meilleure que dans les deux sites précédents. Toutefois, il ressort de l'analyse de variance ( $P = 0.05$ ) qu'il existe une différence significative de levée entre les variétés : le matériel brésilien (*CD 211*, *CD 222*, *CD 204*, *CD 98 3185*) présente les taux de germination les moins bons dans les trois sites d'essai. La mauvaise performance de ce matériel est peut être due au fait qu'il ne s'est pas encore adapté aux conditions climatiques de nos régions.

**Tableau 1: % des plantes levées dans les trois sites d'étude**

| Soukoundou      |         |      | Sanguéré        |         |     | Tcholliré       |         |    |
|-----------------|---------|------|-----------------|---------|-----|-----------------|---------|----|
| variété         | % levée |      | variété         | % levée |     | variété         | % levée |    |
| TGX 1910 14 F   | 37.04   | a    | Pitoa 2 (Ngong) | 40.34   | a   | Pitoa 2 (Ngong) | 77.98   | a  |
| TGX 1448 2 E    | 35.36   | ab   | TGX 1844 18 E   | 37.21   | ab  | TGX 1910 14 F   | 77.64   | a  |
| Houla 1         | 32.31   | ab   | TGX 1830 20 E   | 31.13   | abc | TGX 1844 18 E   | 76.47   | a  |
| Pitoa 2 (Ngong) | 31.96   | ab   | TGX 849 29 4D   | 30.98   | abc | TGX 1448 2 E    | 73.46   | a  |
| Houla 2         | 29.27   | abc  | TGX 1910 14 F   | 27.47   | abc | Houla 1         | 72.76   | a  |
| TGX 1844 18 E   | 28.39   | abc  | TGX 1740 2 F    | 25.17   | abc | Houla 2         | 72.76   | a  |
| TGX 1830 20 E   | 19.68   | abcd | TGX 1448 2 E    | 24.74   | abc | TGX 1740 2 F    | 69.04   | ab |
| TGX 1485 1 D    | 18.62   | abcd | Houla 1         | 20.44   | abc | TGX 849 29 4D   | 67.10   | ab |
| ESA             | 16.21   | abcd | SJ 235          | 19.97   | abc | TGX 1485 1 D    | 67.00   | ab |
| CD 211          | 16.18   | abcd | TGX 1485 1 D    | 19.43   | abc | TGX 1830 20 E   | 66.60   | ab |
| TGX 849 29 4D   | 15.83   | abcd | Houla 2         | 17.59   | abc | ESA             | 61.31   | b  |
| SJ 235          | 13.45   | bcd  | ESA             | 16.16   | abc | SJ 235          | 59.67   | b  |
| TGX 1740 2 F    | 12.36   | bcd  | CD 211          | 11.97   | bc  | CD 211          | 58.53   | b  |
| CD 222          | 7.89    | cd   | CD 222          | 7.9     | c   | CD 222          | 50.64   | c  |
| CD 204          | 6.83    | cd   | CD 204          | 4.94    | c   | CD 204          | 39.09   | d  |
| CD 98 3185      | 3.84    | d    |                 |         |     | CD 98 3185      | 15.93   | e  |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

### 3.1.2. La nodulation des plantes

*Rappel : la nodosité est une excroissance racinaire ronde qui se situe sur les racines. Elles contiennent des rhizobiums et sont le siège d'une symbiose fixatrice de  $N^2$  biologique. Cet azote transite ensuite dans la plante hôte, le soja. Dans la littérature, les normes d'une bonne nodulation pour le soja sont de l'ordre de 30 à 50 nodosités/plante.*

Les prélèvements de plantes réalisés à Soukoundou et Tcholliré ont montré que dans l'ensemble, la nodulation, cette année, a été meilleure (entre 40 et 150 nodosités /plante) que lors de la campagne précédente (inférieure à 30). Les conditions d'installation des nodules ont été probablement plus favorables cette année.

La comparaison des sites échantillonnés montre que la nodulation a été meilleure à Soukoundou, mais on n'observe pas de différences statistiques significatives ( $P = 0.05$ ) entre les variétés, alors que du point de vu arithmétique certaines variétés (*TGX 849 29 4D* et *TGX 1910 14F*) nodulent mieux que d'autres. A Tcholliré, on note pourtant une différence significative entre variété. A l'exception des variétés *TGX 849 29 4D* et *TGX 1910 14F* qui occupent toujours le groupe de tête dans les deux sites, il semble que les réponses par variété ne sont pas régulières : les variétés les plus nodulées à Soukoundou ne le sont pas forcément à Tcholliré.

**Tableau 2: Nombre moyen de nodosités d'une plante par variété**

| Soukoundou    |                 |   | Tcholliré     |                 |      |
|---------------|-----------------|---|---------------|-----------------|------|
| variété       | nodosité/plante |   | variété       | nodosité/plante |      |
| TGX 849 29 4D | 153.09          | a | Pitoa 2       | 46.25           | a    |
| TGX 1910 14 F | 110.47          | a | TGX 849 29 4D | 45.65           | a    |
| CD 211        | 109.78          | a | TGX 1740 2 F  | 36.58           | ab   |
| ESA           | 102.05          | a | TGX 1910 14 F | 35.22           | abc  |
| Houla 2       | 99.35           | a | TGX 1844 18 E | 32.15           | abcd |
| TGX 1485 1 D  | 95.30           | a | Houla 1       | 28.80           | bcde |
| Pitoa 2       | 87.15           | a | ESA           | 28.35           | bcde |
| CD 222        | 84.25           | a | TGX 1830 20 E | 27.25           | bcde |
| CD 204        | 81.76           | a | SJ 235        | 25.89           | bcde |
| Houla 1       | 77.90           | a | Houla 2       | 19.88           | bcde |
| TGX 1448 2 E  | 75.62           | a | CD 211        | 18.21           | cde  |
| SJ 235        | 67.60           | a | TGX 1485 1 D  | 17.77           | cde  |
| TGX 1830 20 E | 62.35           | a | CD 204        | 17.45           | cde  |
| CD 98 3185    | 53.80           | a | TGX 1448 2 E  | 16.79           | cde  |
| TGX 1844 18 E | 48.00           | a | CD 222        | 13.81           | de   |
| TGX 1740 2 F  | 45.62           | a | CD 98 3185    | 9.85            | e    |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

### 3.1.3. . Le développement végétatif, hauteur plante

On mesure la tige centrale du sol au dernier bouton floral la terminant. Cette mesure n'est réalisée que sur le site de Tcholliré (tableau 3). On note trois groupes de plantes ( $P = 0.05$ ) :

- Le premier regroupant un matériel égal ou supérieur à 1.40 mètre (*Pitoa2*),. Il a été constaté sur le terrain que ces variétés sont disposées à la verse. L'écartement entre les lignes de semis (50 cm) doit peut être augmenté particulièrement pour ces matériels.
- Le second regroupe le matériel ayant une taille comprise entre 1.00 et 1.40 m (*Houla2* et *TGX 1830*)
- Le dernier contient le matériel dont la taille inférieure à 1.00 m.

**Tableau 3 : Hauteur moyenne d'une plante par variété**

| Tcholliré     |                     |   |
|---------------|---------------------|---|
| Variétés      | Hauteur des plantes |   |
| Pitoa 2       | 140.38              | a |
| Houla 2       | 112.36              | b |
| TGX 1830 20 E | 104.69              | b |
| TGX 1844 18 E | 72.46               | c |
| TGX 849 29 4D | 72.21               | c |
| TGX 1740 2 F  | 71.99               | c |
| SJ 235        | 69.90               | c |
| CD 98 3185    | 69.80               | c |
| ESA           | 69.38               | c |
| Houla 1       | 59.88               | c |
| TGX 1910 14 F | 58.64               | c |
| TGX 1448 2 E  | 57.51               | c |
| CD 211        | 53.58               | c |
| CD 222        | 49.91               | c |
| CD 204        | 41.05               | c |
| TGX 1485 1 D  | 38.89               | c |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

Remarque : les variétés supérieures à 1.10 m sont sujettes à la verse (constaté dans certains sites, mais sans gravité). Les tailles inférieures à 50 cm correspondent souvent à une insertion très basse des premiers étages de gousses ; celles-ci peuvent être exposées aux projections de sol par les pluies et donc être susceptibles davantage de pourritures et de perte de rendement. Ces variétés sont à éviter si possible.

### 3.1.4. Cycle

Les variétés mise en test se regroupent en trois catégories selon leur cycle (tableau 4) ( $P = 0.05$ ).

- Le matériel à cycle long (135 jours) constitué par la variété *Pitoa2* ;
- Le matériel à cycle intermédiaire (121 jours) regroupant 3 variétés de *TGX* ;
- Le matériel à cycle relativement court (106 jours) regroupant le restant du matériel testé.

**Tableau 4 : le cycle cultural (jours après semis) de chaque variété**

| Tcholliré     |       |   |
|---------------|-------|---|
| Variété       | Cycle |   |
| Pitoa 2       | 135   | a |
| TGX 1844 18 E | 121   | b |
| TGX 1448 2 E  | 121   | b |
| TGX 1910 14 F | 121   | b |
| CD 204        | 106   | c |
| CD 211        | 106   | c |
| CD 98 3185    | 106   | c |



|               |     |   |
|---------------|-----|---|
| TGX 1485 1 D  | 106 | c |
| CD 222        | 106 | c |
| Houla 1       | 106 | c |
| TGX 1830 20 E | 106 | c |
| TGX 1740 2 F  | 106 | c |
| Houla 2       | 106 | c |
| ESA           | 106 | c |
| SJ 235        | 106 | c |
| TGX 849 29 4D | 106 | c |

Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$

### 3.1.5. Poids 1000 Graines

Il ressort une différence significative ( $P = 0.05$ ) entre les variétés et une certaine instabilité dans le classement par site. Il s'agit des variétés *CD 204*, *CD 222*, *Houla2*, *TGX 1448 2E*, *CD 98 3185*, le *CD 211* et *TGX 1844 18E*. A l'exception de ces dernières, on peut regrouper les variétés en trois groupes de poids de 1000 graines :

- Les variétés au poids de 1000 graines élevé ( $> 140$  g), il s'agit de *TGX 849 29 4D*, *TGX 1485 1 D*, *TGX 1830 20 E*
- Les variétés à poids de 1000 graines moyen -120 à 140 g : *TGX 1910 14 F*, *TGX 1740 2 F* et *SJ235* ;
- Les variétés à petites graines ( $< 120$ g) telles que *Pitoea2*, *Houla1* et dans une moindre mesure le *TGX 1844 18 E*.

**Tableau 5 : Poids de 1000 graines par site et par variété**

| Soukoundou    |                   | Sanguéré      |                   | Tcholliré     |                   |
|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| variété       | Poids 1000 GR (g) | variété       | Poids 1000 GR (g) | variété       | Poids 1000 GR (g) |
| CD 204        | 178.16 a          | TGX 849 29 4D | 149.63 a          | TGX 849 29 4D | 160.82 a          |
| TGX 849 29 4D | 173.56 a          | TGX 1485 1 D  | 135.40 ab         | CD 204        | 146.37 b          |
| TGX 1485 1 D  | 157.50 b          | TGX 1830 20 E | 130.62 ab         | TGX 1485 1 D  | 142.02 bc         |
| CD 222        | 148.32 bc         | TGX 1448 2 E  | 127.79 ab         | TGX 1830 20 E | 138.96 bcd        |
| TGX 1830 20 E | 141.74 bcd        | TGX 1910 14 F | 126.35 ab         | Houla 2       | 135.37 cde        |
| Houla 2       | 140.79 bcd        | TGX 1740 2 F  | 126.00 ab         | TGX 1910 14 F | 132.73 cde        |
| TGX 1910 14 F | 137.17 cd         | CD 222        | 122.37 ab         | TGX 1740 2 F  | 132.02 cde        |
| CD 211        | 134.89 cd         | SJ 235        | 118.04 abc        | TGX 1448 2 E  | 130.30 de         |
| TGX 1740 2 F  | 134.22 cd         | CD 211        | 117.15 abc        | CD 222        | 129.65 de         |
| CD 98 3185    | 130.57 cde        | TGX 1844 18 E | 116.95 abc        | SJ 235        | 128.91 de         |
| SJ 235        | 129.70 cde        | Houla 2       | 116.81 abc        | ESA           | 128.57 de         |
| ESA           | 127.11 de         | CD 204        | 115.93 abc        | Houla 1       | 125.96 ef         |
| Houla 1       | 125.04 de         | ESA           | 113.10 bc         | CD 211        | 124.60 ef         |
| TGX 1448 2 E  | 121.25 de         | Houla 1       | 111.97 bc         | TGX 1844 18 E | 117.30 fg         |
| TGX 1844 18 E | 114.35 e          | Pitoea 2      | 88.72 c           | CD 98 3185    | 110.74 gh         |
| Pitoea 2      | 88.69 f           |               |                   | Pitoea 2      | 107.15 h          |

Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$

### 3.1.6. Le rendement grains par variété

Les rendements (tableau 6) sont globalement meilleurs que pour la campagne précédente. L'analyse de variance ( $P = 0.05$ ) montre qu'à l'exception de Sanguéré, il existe une différence significative entre les variétés. Les variétés brésiliennes présentent des rendements très faibles dans l'ensemble des sites. Cela s'explique par les très faibles densités à la levée.

Les variétés locales (*Houla1*, *Houla2*, *SJ 235*) ont des rendements intermédiaires et sont relativement stables dans le classement des variétés dans chaque site.

Les meilleurs rendements sont observés pour les variétés *TGX 1830 20E*, *TGX 1448 2E*, *TGX 1844 18 E*, et *TGX 1910 14E* avec des rendements moyens atteignant les 3 tonnes/ha sur le site de Soukoundou. Par ailleurs ces variétés sont également stables dans leurs comportements. On les observe toujours dans le groupe de tête sur les différents sites.

**Tableau 6 : Présentation des résultats de rendement (kg/ha) pour chaque variété**

| Soukoundou    |             |         | Sanguéré      |             |   | Tcholliré     |             |   |
|---------------|-------------|---------|---------------|-------------|---|---------------|-------------|---|
| Variété       | RDT (kg/ha) |         | Variété       | RDT (kg/ha) |   | Variété       | RDT (kg/ha) |   |
| TGX 1830 20 E | 3193.32     | a       | TGX 1844 18 E | 1971.14     | a | TGX 1844 18 E | 2417.2      | a |
| TGX 1448 2 E  | 3073.43     | ab      | TGX 1830 20 E | 1759.98     | a | TGX 1910 14 F | 2296.24     | a |
| TGX 1910 14 F | 2894.46     | abc     | TGX 1448 2 E  | 1714.60     | a | ESA           | 2226.08     | a |
| Houla 2       | 2775.98     | abc     | TGX 1910 14 F | 1422.34     | a | TGX 1485 1 D  | 2205.18     | a |
| Houla 1       | 2548.55     | abcd    | Pitoa 2       | 1226.34     | a | TGX 1448 2 E  | 2165.21     | a |
| TGX 1844 18 E | 2349.15     | abcde   | TGX 849 29 4D | 1128.34     | a | SJ 235        | 2083.91     | a |
| TGX 1485 1 D  | 1989.14     | abcdef  | SJ 235        | 1085.29     | a | Houla 1       | 2051.78     | a |
| TGX 849 29 4D | 1863.80     | abcdefg | Houla 2       | 977.26      | a | TGX 1740 2 F  | 2017.01     | a |
| SJ 235        | 1684.14     | bcdefg  | TGX 1740 2 F  | 970.07      | a | Houla 2       | 1698.65     | b |
| ESA           | 1625.31     | cdefg   | Houla 1       | 854.10      | a | TGX 849 29 4D | 1664.6      | b |
| TGX 1740 2 F  | 1509.25     | cdefg   | TGX 1485 1 D  | 787.41      | a | TGX 1830 20 E | 1597.57     | b |
| CD 211        | 1265.48     | defg    | ESA           | 626.67      | a | Pitoa 2       | 1475.85     | b |
| Pitoa 2       | 1087.25     | efg     | CD 211        | 557.13      | a | CD 222        | 1400.29     | b |
| CD 222        | 781.73      | fg      | CD 222        | 128.81      | a | CD 211        | 1387.96     | b |
| CD 204        | 567.19      | fg      | CD 204        | 86.67       | a | CD 204        | 1271.84     | b |
| CD 98 3185    | 478.38      | g       |               |             |   | CD 98 3185    | 843.24      | c |

Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$

**Tableau 7 : Récapitulatif des rendements moyens par variété**

| Variétés               | Rendement moyen obtenu kg/ha | Rendement maximum obtenu kg/ha |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| TGX 1448 2 E           | 2318                         | 3270                           |
| TGX 1844 18 E          | 2246                         | 3220                           |
| TGX 1910 14 F          | 2204                         | 3388                           |
| TGX 1830 20 E          | 2184                         | 3825                           |
| Houla 1                | 1818                         | 3004                           |
| Houla 2                | 1817                         | 3040                           |
| TGX 1485 1 D           | 1661                         | 2949                           |
| SJ 235                 | 1618                         | 2928                           |
| TGX 849 29 4D (Mokolo) | 1552                         | 2772                           |
| TGX 1740 2 F           | 1499                         | 2273                           |
| ESA                    | 1493                         | 2843                           |
| Pitoa 2 (Ngong)        | 1263                         | 1700                           |
| CD 211                 | 1070                         | 2133                           |
| CD 222                 | 770                          | 1655                           |
| CD 98 3185             | 661                          | 1217                           |
| CD 204                 | 642                          | 1393                           |

Cette représentation synthétique (moyenne des trois sites) fait ressortir trois groupes distincts :

- Un groupe de TGX (*TGX 1448 2 E*, *TGX 1844 18 E*, *TGX 1910 14 F*, *TGX 1830 20 E*) qui ont un niveau de production supérieur à 2000 kg/ha.
- Un second groupe dont le rendement est situé entre 1500 et 2000 kg/ha et dans lequel sont regroupés les variétés dites « locales » (*Houla 1* et *2*, *SJ235*, le *TGX* de Mokolo et *TGX 1485 1 D*)
- Enfin un dernier groupe des variétés les moins performantes dans lequel on retrouve les variétés brésiliennes (famille des *CD*), la variété *Pitoa2*, *ESA* et le *TGX 1740 2 F*

### 3.2. Les tests soja en milieu paysans (recherche en partenariat)

#### 3.2.1. Test de modalités de semis (recherche en partenariat avec les producteurs)

Les modalités comparées sont :

- Semis en ligne : réplique du semis au semoir, il consiste à semer un grain tous les 6.1 cm à l'aide d'un plantoir
- Semis en poquets : identique au précédent sauf que l'on dépose trois grains dans un même poquet, espacement de 18.3 cm entre poquets.
- Semis au labour : semis en ligne (1 grain tous les 6.1 cm) déposé dans le sillon de labour. Les grains sont recouverts par le passage suivant de la charrue. Pour éviter un trop fort recouvrement, ce passage est légèrement décalé (même procédure que pour l'arachide).
- Semis direct : après un traitement préalable à l'herbicide total (glyphosat), le semis est conduit comme un semis en ligne (1 grain tous les 6.1 cm)

La densité fixée est de 330 000 plantes/ha et 50 cm entre ligne ; le test est mené par quatre groupes de producteurs. Chaque modalité est appliquée sur une superficie de 625 m<sup>2</sup>.

**Tableau 8 : Rendement en grains kg/ha selon les différentes modalités de semis**

| Modalités de semis                           | Groupe1 | Groupe2 | Groupe3 | Groupe4 | Moyenne par modalité |
|--|---------|---------|---------|---------|----------------------|
| Semis en ligne                               | 2089    | 1849    | 1543    | 849     | 1583                 |
| Semis en poquets                             | 2591    | 1658    | 1737    | 1103    | 1772                 |
| Semis au labour                              | 2374    | 1096    | 2318    | 573     | 1590                 |
| Semis direct (en ligne, 6.1 cm entre grains) | 1728    | 1118    | 1519    | 168     | 1133                 |
| Moyenne par groupe                           | 2195    | 1430    | 1779    | 673     |                      |

*Ecartement entre lignes : 60 cm*

L'analyse des résultats moyens par groupe de paysans montre qu'il y a une grande différence de niveau de production par groupe ; cela peut s'expliquer par la différence de fertilité des sols d'un champ à l'autre. La qualité du travail réalisé par chaque groupe est également un facteur explicatif de cette variation par site..

Les différentes modalités de semis testées donnent des rendements à peu près équivalents, à l'exception du semis direct dont le rendement est faible. La faiblesse du semis direct s'explique par une pression parasitaire nettement supérieure pour cette modalité. En effet, les mauvaises herbes traitées à l'herbicide avant semis constituent un abri pour les criquets qui s'attaquent au soja dès l'émergence de la plantule du sol.

Au dire des paysans :

- Le semis en poquet ou le semis au labour sont préférés des producteurs car ils maîtrisent facilement ces techniques.
- Le semis en ligne est la technique de référence ; elle est une réplique du semis au semoir. Mais réalisé à la main, grain à grain, elle est plus contraignante en temps de travail.
- Le semis direct est provisoirement rejeté pour cause de mauvais résultats de germination

### **3.2.2. Tests d'écartement entre les lignes (recherche en partenariat avec les producteurs)**

Ce test prévoit la comparaison entre trois écartements entre les lignes en maintenant une même densité de semis à l'ha (330 000 plantes/ha) : écartement de 0.40m, 0.50m et 0.60m. La superficie expérimentale est de 2500 m<sup>2</sup> répartie entre les trois traitements (soit 625 m<sup>2</sup> par traitement). Chaque test est conduit par trois groupes différents de producteurs.

**Tableau 9 : Résultats de rendement en grains selon les trois écartements**

| Écartement entre lignes (m) | Groupe 1 | Groupe 2 | Groupe 3 | moyenne |
|-----------------------------|----------|----------|----------|---------|
| 0.60 m                      | 892      | 2016     | 1532     | 1480    |
| 0.50 m                      | 1414     | 1289     | 1523     | 1409    |
| 0.40 m                      | 1724     | 1670     | 1172     | 1522    |
| Moyenne par groupe          | 1343     | 1658     | 1409     |         |

Comme on pouvait s'y attendre, pour une densité constante on ne note pas de différence notable entre les trois espacements.

Le choix de l'espacement sera davantage fonction des contraintes culturelles : voie de passage des animaux pour la traction animale, taille des plantes (verse), précédent cultural etc...

Cependant, une attention particulière doit être portée sur le matériel de grande taille sujet à la verse (ex : *houla2* ou *pitoa2*). Pour l'instant, il est donc préférable d'adopter l'écartement intermédiaire de 0.50 m qui est adapté à la plupart des architectures de plante.

### 3.2.3. Test variétal (recherche en partenariat avec les producteurs)

Un test variétal a également été mené en milieu paysan pour vérifier le comportement du matériel végétal mis en condition réelle.

Le dispositif est identique aux autres thèmes ; la parcelle de référence est le quart (2500 m<sup>2</sup>) conduit chacun par un groupe de producteurs. Quatre tests sont ainsi menés.

Le matériel proposé est choisi parmi les six meilleures variétés issues des essais variétaux de l'année passée.

**Tableau 10 : résultats de rendement selon les différentes variétés.**

| variétés           | Groupe1 | Groupe2 | Groupe3 | Groupe4 | moyenne |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SJ235              | 2123    | 986     | 1844    | 2083    | 1759    |
| Houla1             | 2472    | 1166    | 1488    | 1766    | 1723    |
| Houla2             | 2404    | 901     | 1431    | 2003    | 1685    |
| ESA                | 1115    | 1048    | 1702    | 1315    | 1295    |
| TGX Mokolo         | 502     | 571     | 1158    | 1122    | 838     |
| Pitoa2             | 587     | 720     | 715     | 1200    | 806     |
| Moyenne par groupe | 1534    | 899     | 1390    | 1581    |         |

Ces données confirment les résultats des essais variétaux qui classent en meilleure position les variétés *houla1* et *houla2* et *SJ235*. La variété *TGX* de Mokolo a un comportement très moyen ainsi que *pitoa2*.

Il est à noter que cinq parcelles atteignent des performances supérieures à 2 tonnes de graines. Ces résultats sont très encourageants car obtenus en conditions réelles (nous n'intervenons que comme « conseiller » et non expérimentateur) par des producteurs qui ont pour la plupart pratiqué cette culture pour la première fois.

Il est à remarquer que l'ordre de classement des variétés est proche des résultats des essais conventionnels en station : Houla 1 et 2, SJ 235 sont dans le lot de tête ; Esa, TGX Mokolo et Pitoa2 en recul par rapport aux autres précédentes.

### 3.3. Récapitulatif des dates des principales phases physiologiques et rendement

Le tableau suivant donne un récapitulatif de quelques paramètres mesurés de différentes variétés de soja tout site confondu.

**Tableau 11 : Récapitulation de quelques paramètres des variétés utilisées**

| Variétés                  | Apparition<br>premières<br>(R1) (JAS) | des<br>fleurs | Taille<br>moyenne<br>(m) | Cycle<br>(JAS) | Rendement<br>moyen obtenu<br>kg/ha | Rendement<br>maximum obtenu<br>kg/ha |
|---------------------------|---------------------------------------|---------------|--------------------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| CD 204                    | 43                                    |               | 41,0                     | 106            | 642                                | 1393                                 |
| CD 211                    | 43                                    |               | 53,5                     | 106            | 1070                               | 2133                                 |
| CD 222                    | 45                                    |               | 49,9                     | 106            | 770                                | 1655                                 |
| CD 98 3185                | 37                                    |               | 69,8                     | 106            | 661                                | 1217                                 |
| ESA                       | 43                                    |               | 69,3                     | 106            | 1493                               | 2843                                 |
| Houla 1                   | 43                                    |               | 59,8                     | 106            | 1818                               | 3004                                 |
| Houla 2                   | 43                                    |               | 112,3                    | 106            | 1817                               | 3040                                 |
| Pitoa 2 (Ngong)           | 56                                    |               | 140,3                    | 135            | 1263                               | 1700                                 |
| SJ 235                    | 43                                    |               | 69,9                     | 106            | 1618                               | 2928                                 |
| TGX 1448 2 E              | 44                                    |               | 57,5                     | 121            | 2318                               | 3270                                 |
| TGX 1485 1 D              | 41                                    |               | 38,8                     | 106            | 1661                               | 2949                                 |
| TGX 1740 2 F              | 42                                    |               | 71,9                     | 106            | 1499                               | 2273                                 |
| TGX 1830 20 E             | 41                                    |               | 104,6                    | 106            | 2184                               | 3825                                 |
| TGX 1844 18 E             | 43                                    |               | 72,4                     | 121            | 2246                               | 3220                                 |
| TGX 1910 14 F             | 44                                    |               | 58,6                     | 121            | 2204                               | 3388                                 |
| TGX 849 29 4D<br>(Mokolo) | 40                                    |               | 72,2                     | 106            | 1552                               | 2772                                 |

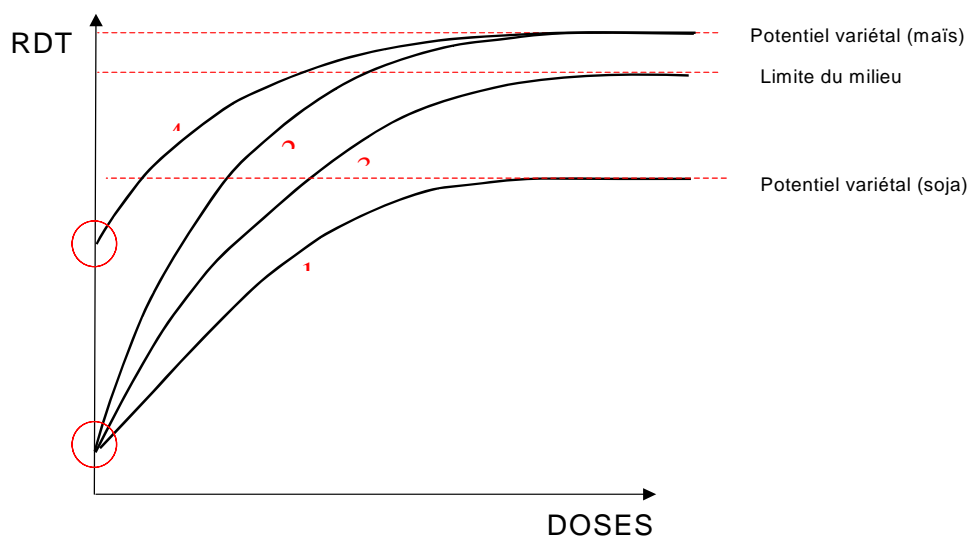
### 3.4. Essai courbe de réponse NPK- Soja

#### 3.4.1. Principes

Par définition, la courbe de réponse est la réponse d'un ou de plusieurs paramètres de la plante cultivée (rendement, nombre de gousse *etc*) à différentes doses d'un fertilisant, jusqu'à ce que l'augmentation de la dose du fertilisant n'ait plus d'influence sur le paramètre mesuré. Ces tests sont supposés ne pas supporter d'autres facteurs limitants.

Ainsi, dans les conditions normales de végétation, l'allure d'une courbe de réponse se présente comme une courbe croissante plafonnée en son maximum. La pente et l'origine de la courbe est fonction des conditions culturales et des réserves minérales du sol (courbe 1 et 2).

Cependant, cette forme peut être modifiée sous l'influence de certains facteurs tels que la plante, le stock initial du fertilisant dans le sol (courbe 4) ou des facteurs du milieu tels que la pluviométrie (courbe 3).



**Figure 5 : Courbe de réponse théorique ; influence des facteurs étudiés et limites**

### 3.4.2. Effet des doses NPK et de l'azote sur soja

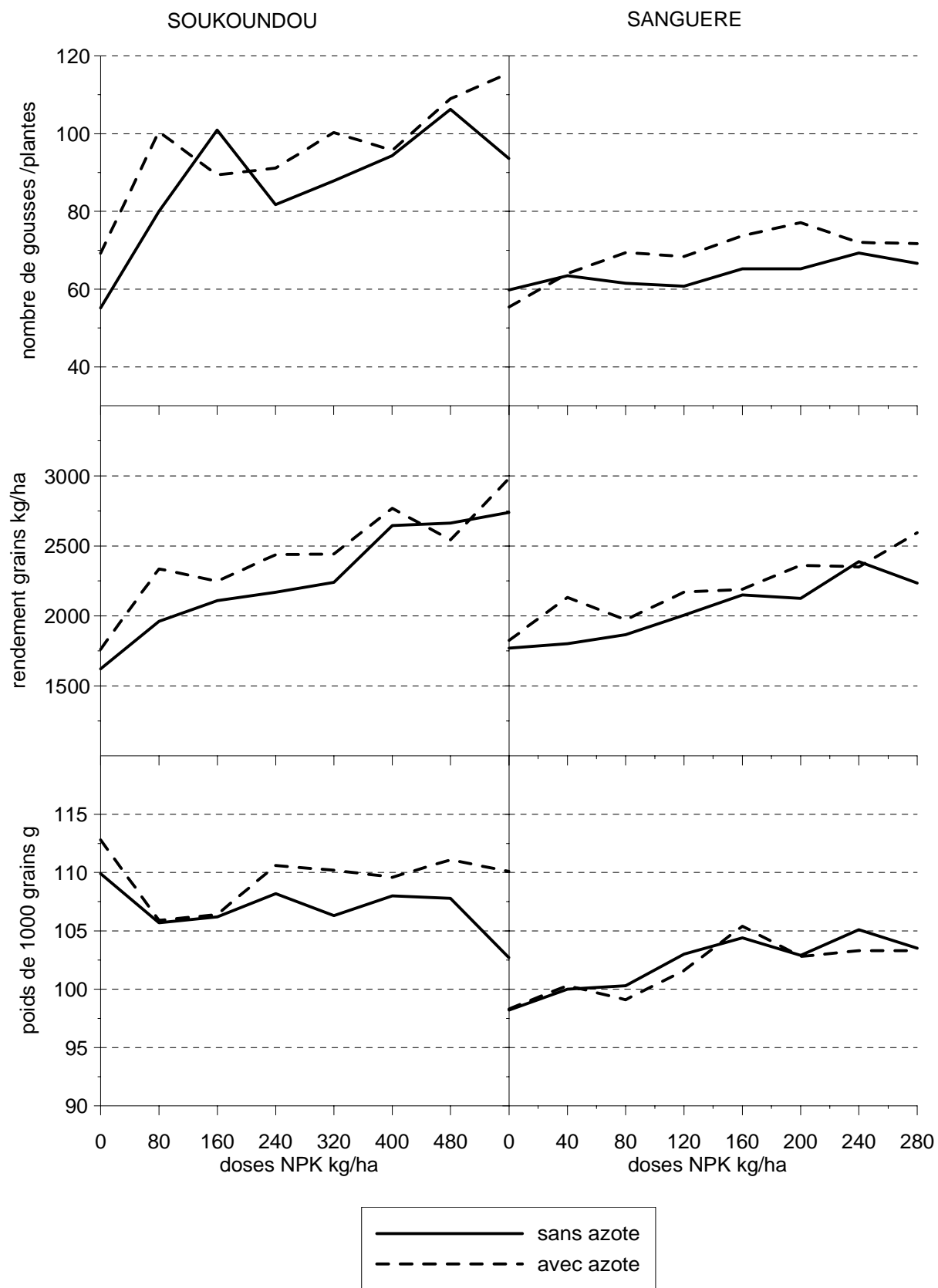
La figure suivante représente les résultats de l'effet des doses NPK et azote sur le nombre de gousses/plante, le poids de 1000 grains et le rendement en graines

*Rappel : les conditions pluviométriques ont été désastreuses à Sanguéré (semis très tardif) et moyennes à Soukoundou.*

**Nombre de gousses/plante :** La doses de NPK marque une augmentation sensible sur le nombre de gousses /plantes (de 60 à 100 gousses/plante) à Soukoundou. Mais l'effet est insignifiant à Sanguéré.

Les courbes semblent plafonner dès 100 gousses/plantes à Soukoundou, mais restent figées à 60 gousses/plante à Sanguéré.

L'apport d'azote améliore la situation, mais de façon peu sensible.



**Figure 6 : Effet des différentes doses de NPK et de l'azote sur le nombre de gousses/plante, le poids de 1000 grains et le rendement en grains**



**Poids de 1000 grains :** la dose NPK ne marque pas le poids de 1000 grains à Soukoundou (entre 105 et 110 g), alors que l'effet est significatif à Sanguéré (97 à 105 g). L'apport d'azote amène un surplus mais toujours dans des proportions faibles.

Les courbes semblent marquer une constance et sans influence notable des engrais. Le remplissage des grains s'est déroulé correctement. Cela semble logique puisque le poids de mille grains n'est pas une composante de rendement particulièrement sensible à la fertilisation minérale, mais davantage aux conditions de fonctionnement de la plante lors du remplissage des grains.

**Rendement en grains :** l'effet de la dose de NPK est relativement sensible à Soukoundou (de 1600 kg/ha à 2700 kg/ha) et moins nette à Sanguéré (de 1600 kg/ha à 2200 kg/ha).

Un rendement de 1500 à 1700 kg/ha de grains à la dose de 0 NPK sur les deux sites signifie que le stock minéral de départ est important : sol fertile à Soukoundou, sablonneux à Sanguéré mais avec probablement des antécédents de fertilisations minérales (terrain expérimental)

Le rendement de 3000 kg/ha est une production très élevée pour ce niveau d'intensification et marque probablement le niveau maximal que l'on peut atteindre dans ces conditions pédoclimatiques. Ce niveau maximal est loin d'être atteint à Sanguéré, ce qui signifie que ce site a subi de fortes contraintes de production (probablement climatique).

*Globalement, on constate une réponse modérée de la dose NPK sur presque tous les paramètres à Soukoundou (où la pluviométrie a été correcte), et moins nette à Sanguéré*

*Compte tenu du point de départ élevé des courbes (rdt entre 1500 et 1700 kg/ha) il semble que nous nous situons proche de l'optimum des courbes de réponses avec peu de contraintes à Soukoundou (3000 kg/ha est proche du maximum de production possible en soja). Par contre, les courbes restent loin du maximum à Sanguéré où nous plafonnons à 2200 kg/ha. La contrainte pluviométrique a été probablement dominante.*

*Le complément azoté apporté sur le soja est presque toujours positif sur les paramètres mesurés, mais reste cependant dans des proportions faibles. Cela suggère que le système symbiotique fonctionne correctement.*

## **4. Résultats et discussion des essais variétaux tournesol**

### **4.1. Essais variétaux tournesol**

#### **4.1.1. La levée**

La levée a été globalement moyenne à mauvaise sur les trois sites d'étude. Elle a été particulièrement très mauvaise à Sanguéré à cause du stress hydrique élevé lors de la mise en place de l'essai. A Soukoundou où le stress hydrique était moins accentué, la levée a été moins catastrophique. Cependant à Tcholliré, où il n'y a pas eu de stress hydrique lors des semis, la levée a été également médiocre.

En attendant de trouver une hypothèse plus plausible à la situation à Tcholliré, nous croyons qu'elle serait due aux semis très profonds (irrégularité de profondeur de semis en manuel)

**Tableau 12 : Pourcentage de levée par variété dans les trois sites d'étude**

| Soukoundou   |        |     | Sanguéré       |        |     | Tcholliré    |        |    |
|--------------|--------|-----|----------------|--------|-----|--------------|--------|----|
| variété      | %levée |     | variété        | %levée |     | variété      | %levée |    |
| LG 545 HO    | 67,15  | a   | altesse RM     | 48,05  | a   | PAN 07-CO/19 | 35.6   | a  |
| all star RM  | 65,00  | a   | all star RM    | 46,04  | a   | PAN 07-CO/7  | 35.4   | a  |
| PAN 07-CO/7  | 62,50  | a   | LG 545 HO      | 44,69  | a   | PAN 07-CO/16 | 33.4   | a  |
| PAN 07-CO/18 | 61,59  | ab  | heliasol       | 41,46  | ab  | heliasol     | 31.4   | ab |
| altesse RM   | 59,02  | abc | PAN 07 – CO/7  | 40,13  | abc | PAN 07-CO/18 | 31.4   | ab |
| PAN 07-CO/19 | 58,68  | abc | pomar RM       | 38,20  | abc | LG 545 HO    | 30.9   | ab |
| heliasol     | 57,15  | abc | PAN 07 – CO/19 | 32,86  | bcd | bamako       | 30.9   | ab |
| pomar RM     | 57,01  | abc | PAN 07 – CO/18 | 29,43  | cde | PAN 07-CO/17 | 28.0   | ab |
| bamako       | 49,65  | bcd | bamako         | 29,32  | cde | altesse RM   | 27.4   | ab |
| PAN 07-CO/2  | 47,63  | cd  | PAN 07 – CO/16 | 23,70  | def | PAN 07-CO/2  | 26.5   | ab |
| PAN 07-CO/16 | 45,13  | de  | PAN 07 – CO/2  | 20,00  | ef  | pomar RM     | 25.7   | ab |
| PAN 07-CO/17 | 36,87  | ef  | PAN 07 – CO/17 | 19,69  | ef  | all star RM  | 25.6   | ab |
| piperone     | 30,06  | f   | piperone       | 16,04  | f   | piperone     | 22.3   | b  |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

Toutefois, quel que soit le site considéré, l'analyse de variance ( $P = 0.05$ ) montre qu'il existe une différence significative entre les variétés. Et il apparaît que les réponses par variété ne sont pas régulières. Les variétés les plus performantes à Soukoundou ne le sont pas forcément à Sanguéré ou à Tcholliré.

Cependant, on note que la variété *piperone* lève mal quelque soit le site.

Une germination difficile à Sanguéré est compréhensible (mauvaise conditions pluviométriques), comme à Soukoundou où la pluviométrie de départ a été quelque peu hésitante ; mais les mauvais résultats de germination à Tcholliré sont surprenants : ce résultat ne trouve pas d'explication, sauf une éventuelle défaillance des semences après un transport international par voie aérienne.

Des tests de germination de contrôle avant semis seront nécessaires lors de la prochaine campagne.

#### **4.1.2. La floraison**

Le tableau suivant reprend le nombre de jours après semis pour lequel la variété entre en floraison à 50%.

**Tableau 13: Floraison : nombre de jours après semis à 50 % de plantes fleuries**

| Soukoundou   |               | Sanguéré     |               | Tcholliré    |               |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Variété      | 50 %<br>fleur | variété      | 50 %<br>fleur | variété      | 50 %<br>fleur |
| altesse RM   | 57 a          | pomar RM     | 63 a          | pomar RM     | 59 a          |
| pomar RM     | 57 a          | pipérone     | 62 a          | pipérone     | 59 a          |
| Pipérone     | 57 a          | altesse RM   | 60 b          | altesse RM   | 56 b          |
| LG 545 HO    | 54 b          | PAN 07-CO/2  | 59 b          | PAN 07-CO/2  | 54 c          |
| Heliasol     | 53 b          | heliasol     | 57 c          | bamako       | 53 cd         |
| PAN 07-CO/2  | 52 c          | bamako       | 56 c          | heliasol     | 53 cd         |
| all star RM  | 51 d          | PAN 07-CO/16 | 56 c          | all star RM  | 52 cd         |
| PAN 07-CO/17 | 51 d          | PAN 07-CO/17 | 56 c          | PAN 07-CO/19 | 52 de         |
| PAN 07-CO/19 | 51 d          | PAN 07-CO/19 | 56 c          | PAN 07-CO/16 | 50 ef         |
| PAN 07-CO/18 | 51 d          | PAN 07-CO/18 | 56 c          | PAN 07-CO/17 | 50 f          |
| PAN 07-CO/16 | 51 d          | LG 545 HO    | 55 c          | LG 545 HO    | 50 f          |
| PAN 07-CO/7  | 51 d          | all star RM  | 55 c          | PAN 07-CO/18 | 50 f          |
| Bamako       | 51 d          | PAN 07-CO/7  | 54 c          | PAN 07-CO/7  | 49 f          |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

On constate une différence peu importante entre les variétés. Toutes ces variétés qui ont des cycles très différents en Europe, ont tendance à resserrer leur cycle en situation africaine.

#### **4.1.3. Maladie des plantes**

Le tournesol est une plante sujette aux attaques des maladies fongiques (constaté l'année passée). Au cours de cette campagne trois types de symptômes ont été recensés. Il s'agit :

- des attaques au niveau du collet ;
- des brûlures des feuilles ;
- du flétrissement général de la plante.

L'identité de ces maladies n'est pas encore connue mais il s'agirait probablement des attaques de *Phomopsis*, du *Phoma* ou du *sclérotinia*. Cette question reste à élucider.

**Tableau 14 : Pourcentage de plantes atteintes au niveau du collet selon les variétés**

| Sanguéré     |              |    | Tcholliré    |              |   |
|--------------|--------------|----|--------------|--------------|---|
| variété      | % de maladie |    | variété      | % de maladie |   |
| PAN 07-CO/7  | 7.75         | a  | pipérone     | 8.94         | a |
| PAN 07-CO/17 | 4.71         | b  | PAN 07-CO/2  | 6.18         | a |
| PAN 07-CO/18 | 4.64         | b  | PAN 07-CO/18 | 6.07         | a |
| PAN 07-CO/16 | 4.58         | b  | PAN 07-CO/17 | 5.29         | a |
| pipérone     | 2.83         | bc | PAN 07-CO/7  | 4.94         | a |
| PAN 07-CO/2  | 2.77         | bc | PAN 07-CO/16 | 4.26         | a |
| PAN 07-CO/19 | 2.51         | bc | PAN 07-CO/19 | 1.36         | a |
| altesse RM   | 0.64         | c  | LG 545 HO    | 1.19         | a |
| all star RM  | 0.46         | c  | heliasol     | 0.78         | a |
| heliasol     | 0.34         | c  | bamako       | 0.76         | a |
| bamako       | 0.28         | c  | pomar RM     | 0.42         | a |
| pomar RM     | 0.12         | c  | all star RM  | 0.28         | a |
| LG 545 HO    | 0.11         | c  | altesse RM   | 0.20         | a |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

Le tableau ci dessus nous donne les pourcentages des attaques au niveau du collet pour chaque variété sur deux sites. Il ressort de ce tableau qu'il existe une différence significative de sensibilité à la maladie entre les différentes variétés ( $P = 0.05$ ), et les variétés *Panam* semblent plus sensibles aux attaques que celles venant d'*Euralis*.

#### **4.1.4. La verse**

Le tableau suivant donne les % de verse dans les trois sites d'étude et pour chaque variété.

**Tableau 15 : Pourcentage de verse par variété et par site**

| Soukoundou   |         |   | Sanguéré     |         |    | Tcholliré    |         |    |
|--------------|---------|---|--------------|---------|----|--------------|---------|----|
| Variété      | % verse |   | variété      | % verse |    | variété      | % verse |    |
| PAN 07-CO/2  | 17.78   | a | pipérone     | 12.84   | a  | bamako       | 17.69   | a  |
| PAN 07-CO/7  | 15.57   | a | PAN 07-CO/19 | 8.75    | ab | pomar RM     | 11.04   | ab |
| PAN 07-CO/18 | 11.66   | a | bamako       | 8.65    | ab | PAN 07-CO/19 | 10.60   | ab |
| Pipérone     | 4.53    | a | PAN 07-CO/17 | 8.57    | ab | pipérone     | 9.63    | ab |
| PAN 07-CO/19 | 4.31    | a | PAN 07-CO/2  | 8.23    | ab | PAN 07-CO/2  | 9.25    | ab |
| altesse RM   | 2.88    | a | PAN 07-CO/18 | 7.23    | ab | PAN 07-CO/16 | 8.83    | ab |
| PAN 07-CO/16 | 2.02    | a | PAN 07-CO/7  | 7.22    | ab | PAN 07-CO/18 | 7.78    | ab |
| Pomar RM     | 1.34    | a | PAN 07-CO/16 | 6.34    | b  | PAN 07-CO/7  | 7.34    | ab |
| LG 545 HO    | 1.16    | a | heliasol     | 5.36    | b  | LG 545 HO    | 6.05    | ab |
| all star RM  | 0       | a | pomar RM     | 5.24    | b  | PAN 07-CO/17 | 4.65    | b  |
| PAN 07-CO/17 | 0       | a | altesse RM   | 3.58    | b  | altesse RM   | 4.04    | b  |
| Heliasol     | 0       | a | LG 545 HO    | 3.19    | b  | heliasol     | 2.51    | b  |
| Bamako       | 0       | a | all star RM  | 2.70    | b  | all star RM  | 1.83    | b  |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

Comme pour le cas des maladies, il ressort de ce tableau qu'il existe une différence significative de sensibilité à la verse entre les différentes variétés ; celles de la firme « *Panam* » sont plus sensibles à la verse que celles de la firme « *Euralis* ».

#### **4.1.5. Hauteur des plantes**

Le tableau suivant nous donne la hauteur moyenne d'une plante pour chaque variété sur trois sites d'étude. La hauteur est mesurée du sol à l'insertion du capitule.

**Tableau 16: Hauteur moyen des plantes sur les trois sites d'étude**

| Soukoundou   |          |       | Sanguéré     |          |   | Tcholliré    |          |     |
|--------------|----------|-------|--------------|----------|---|--------------|----------|-----|
| Variété      | HPL (cm) |       | variété      | HPL (cm) |   | variété      | HPL (cm) |     |
| Piperone     | 125.0    | a     | PAN 07-CO/2  | 132.9    | a | piperone     | 125.9    | a   |
| altesse RM   | 114.6    | ab    | pomar RM     | 123.9    | a | altesse RM   | 125.1    | a   |
| pomar RM     | 113.4    | abc   | altesse RM   | 123.6    | a | PAN 07-CO/2  | 124.3    | a   |
| PAN 07-CO/2  | 108.2    | abcd  | piperone     | 122.5    | a | PAN 07-CO/18 | 115.8    | ab  |
| all star RM  | 104.1    | abcde | LG 545 HO    | 103.2    | b | PAN 07-CO/19 | 114.9    | ab  |
| LG 545 HO    | 93.7     | bcdef | PAN 07-CO/17 | 101.9    | b | pomar RM     | 113.6    | abc |
| PAN 07-CO/16 | 91.3     | bcdef | PAN 07-CO/19 | 100.1    | b | PAN 07-CO/7  | 113.3    | abc |
| PAN 07-CO/19 | 89.7     | cdef  | PAN 07-CO/16 | 98.1     | b | PAN 07-CO/17 | 111.6    | abc |
| PAN 07-CO/18 | 87.4     | def   | PAN 07-CO/18 | 96.9     | b | heliasol     | 111.4    | abc |
| Heliasol     | 84.8     | def   | all star RM  | 94.0     | b | PAN 07-CO/16 | 107.9    | abc |
| PAN 07-CO/17 | 84.4     | def   | PAN 07-CO/7  | 93.4     | b | all star RM  | 103.0    | abc |
| PAN 07-CO/7  | 80.35    | ef    | heliasol     | 89.73    | b | LG 545 HO    | 98.56    | bc  |
| Bamako       | 78.0     | f     | bamako       | 89.5     | b | bamako       | 89.3     | c   |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

La taille des plante varie entre 78 cm et 132 cm.

On note une différence significative ( $P = 0.05$ ) entre les variétés. Cependant quel que soit le site considéré, il n'y a pas de grandes variabilités en hauteur pour une variété donnée. La variété *Bamako* est la plus petite, alors que *piperone* et *PAN07-CO/2* sont les plus grandes.

#### **4.1.6. Diamètre des capitules**

Les mesures du diamètres des capitules des différentes variétés de tournesol sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau 17: Diamètre moyen (cm) des capitules par variété et par site**

| Soukoundou   |                              |     | Sanguéré     |                           |   | Tcholliré    |                              |   |
|--------------|------------------------------|-----|--------------|---------------------------|---|--------------|------------------------------|---|
| variété      | Diamètre<br>capitule<br>(cm) |     | variété      | Diamètre<br>capitule (cm) |   | variété      | Diamètre<br>capitule<br>(cm) |   |
| piperrone    | 18.9                         | a   | piperrone    | 18.2                      | a | altess RM    | 9.1                          | a |
| altess RM    | 14.9                         | b   | PAN 07-CO/2  | 17.7                      | a | piperrone    | 8.6                          | a |
| all star RM  | 14.8                         | bc  | PAN 07-CO/17 | 15.3                      | b | PAN 07-CO/17 | 8.6                          | a |
| pomar RM     | 14.6                         | bc  | pomar RM     | 14.5                      | b | heliasol     | 8.4                          | a |
| heliasol     | 13.7                         | bcd | PAN 07-CO/19 | 13.9                      | b | all star RM  | 8.4                          | a |
| LG 545 HO    | 13.3                         | bcd | bamako       | 13.8                      | b | PAN 07-CO/7  | 8.3                          | a |
| PAN 07-CO/17 | 13.1                         | bcd | all star RM  | 13.7                      | b | pomar RM     | 8.3                          | a |
| PAN 07-CO/16 | 12.9                         | bcd | heliasol     | 13.4                      | b | PAN 07-CO/16 | 8.3                          | a |
| PAN 07-CO/19 | 12.6                         | bcd | PAN 07-CO/18 | 13.2                      | b | PAN 07-CO/19 | 8.1                          | a |
| PAN 07-CO/2  | 12.5                         | bcd | LG 545 HO    | 12.9                      | b | PAN 07-CO/2  | 8.0                          | a |
| PAN 07-CO/18 | 12.3                         | bcd | PAN 07-CO/16 | 12.9                      | b | PAN 07-CO/18 | 7.9                          | a |
| bamako       | 11.8                         | cd  | PAN 07-CO/7  | 12.7                      | b | LG 545 HO    | 7.8                          | a |
| PAN 07-CO/7  | 11.4                         | d   | altess RM    | 11.9                      | b | bamako       | 7.0                          | a |

Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$

A l'exception de Tcholliré, on note une différence significative ( $P = 0.05$ ) entre les diamètres des capitules. La variété *Piperrone* est celle qui présente le plus grand diamètre de capitule dans tous les sites (variété à grosses graines).

D'un site à l'autre, le diamètre n'est pas constant pour une même variété.

#### 4.1.7. Rendement grains à l'hectare

Les rendements sont globalement meilleurs que pour la campagne précédente. Par exemple, les variétés *heliasol*, *Bamako* et *piperrone*, déjà testées l'année passée, ont vu leur rendement moyen passer de 1279, 1031, 1566 kg/ha respectivement à 2042, 1370, 1994. L'analyse de variance ( $P = 0.05$ ) montre qu'à l'exception de Tcholliré, il existe une différence significative entre les variétés. Globalement, les variétés venant d'*Euralis* se comportent mieux que celles de *Panam* : il s'agit effectivement des variétés *All Star RM*, *Altess RM*,. Les meilleures *Panam* sont : *Heliasol*, *PAN 07-CO/19*, *PAN 07-CO/2*

**Tableau 18: Rendement moyen des différentes variétés de tournesol sur les trois sites d'étude**

| Soukoundou   |      |     | Sanguéré     |      |    | Tcholliré    |      |   |
|--------------|------|-----|--------------|------|----|--------------|------|---|
| variété      | RDT  |     | variété      | RDT  |    | variété      | RDT  |   |
| all star RM  | 2229 | a   | altesse RM   | 2300 | a  | PAN 07-CO/7  | 2703 | a |
| altesse RM   | 1996 | ab  | heliasol     | 1908 | b  | PAN 07-CO/16 | 2498 | a |
| pipérone     | 1982 | ab  | pomar RM     | 1769 | b  | altesse RM   | 2483 | a |
| heliasol     | 1748 | abc | all star RM  | 1741 | b  | heliasol     | 2471 | a |
| LG 545 HO    | 1583 | abc | pipérone     | 1737 | b  | PAN 07-CO/17 | 2459 | a |
| PAN 07-CO/19 | 1460 | abc | PAN 07-CO/19 | 1607 | bc | PAN 07-CO/19 | 2388 | a |
| pomar RM     | 1453 | abc | PAN 07-CO/2  | 1545 | bc | PAN 07-CO/2  | 2340 | a |
| PAN 07-CO/2  | 1449 | abc | bamako       | 1312 | c  | pipérone     | 2264 | a |
| PAN 07-CO/16 | 1354 | abc | LG 545 HO    | 1294 | c  | all star RM  | 2230 | a |
| PAN 07-CO/18 | 1331 | abc | PAN 07-CO/17 | 1280 | c  | PAN 07-CO/18 | 2034 | a |
| PAN 07-CO/7  | 1209 | bc  | PAN 07-CO/16 | 1261 | c  | bamako       | 1812 | a |
| bamako       | 987  | c   | PAN 07-CO/7  | 1254 | c  | pomar RM     | 1741 | a |
| PAN 07-CO/17 | 960  | c   | PAN 07-CO/18 | 1249 | c  | LG 545 HO    | 1727 | a |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

#### 4.1.8. Poids 1000 graines

Le poids de 1000 graines obtenu sur les trois sites montre qu'il existe une différence significative ( $P = 0.05$ ) entre les variétés. Toutes sont instables dans leur classement par site ; on n'observe pas une corrélation évidente entre le rendement et le poids de 1000 graines, les variétés à haut rendement ne sont pas toujours celles qui ont un poids de 1000 graines élevé



**Tableau 19: Poids de 1000 graines par variété et par site**

| Soukoundou     |          |    | Sanguéré     |         |   | Tcholliré    |         |    |
|----------------|----------|----|--------------|---------|---|--------------|---------|----|
| variété        | P1000GR  |    | variété      | P1000GR |   | variété      | P1000GR |    |
| PAN 07 – CO/16 | 128,80   | a  | PAN 07-CO/17 | 145,48  | a | PAN 07-CO/7  | 111,04  | a  |
| pipérone       | 119,97   | b  | PAN 07-CO/18 | 130,69  | b | PAN 07-CO/16 | 108,99  | ab |
| PAN 07 – CO/19 | 11849,00 | b  | PAN 07-CO/7  | 130,15  | b | PAN 07-CO/19 | 105,18  | ab |
| PAN 07 – CO/7  | 110,43   | c  | PAN 07-CO/19 | 128,89  | b | PAN 07-CO/2  | 103,38  | ab |
| PAN 07 – CO/2  | 107,95   | c  | PAN 07-CO/16 | 128,1   | b | PAN 07-CO/18 | 103,34  | ab |
| PAN 07 – CO/18 | 102,80   | c  | pipérone     | 126,91  | b | PAN 07-CO/17 | 99,28   | b  |
| PAN 07 – CO/17 | 102,52   | c  | PAN 07-CO/2  | 123,57  | b | pipérone     | 89,89   | c  |
| héliasol       | 58,97    | d  | héliasol     | 62,36   | c | bamako       | 49,83   | d  |
| all star RM    | 56,89    | de | bamako       | 60,49   | c | all star RM  | 49,33   | d  |
| LG 545 HO      | 55,56    | de | LG 545 HO    | 59,55   | c | LG 545 HO    | 48,75   | d  |
| bamako         | 53,04    | de | all star RM  | 58,69   | c | héliasol     | 48,25   | d  |
| altesse RM     | 48,07    | e  | pomar RM     | 51,81   | d | altesse RM   | 40,19   | d  |
| pomar RM       | 46,92    | e  | altesse RM   | 44,89   | e | pomar RM     | 39,51   | d  |

*Les données portant des lettres différentes sont significativement différentes à  $P = 0.05$*

#### 4.1.9. . Production en huile

L'analyse de la teneur en huile faite sur les graines de tournesol (laboratoire Sodécoton), révèle des variétés intéressantes du point de vue teneur en matière grasse. Si nous considérons la référence internationale de teneur en matière grasse qui est de 30 % à 40%, nous remarquons à partir du tableau suivant que plusieurs variétés sont dans les hauts niveaux de production de matière grasse. La variété *Héliasol* atteint 50% de matière grasse, soit proche du potentiel de production. La variété *altesse RM* se situe également à un niveau élevé (45.1%). Toutes les variétés *d'Euralis* se situent dans le compartiment supérieur (41 à 45%), ceux de *Panam* dans le niveau inférieur (24 à 31%) à l'exception de *héliasol* (50.6%).

**Tableau 20 : Production en huile**

| Variétés       | % de matière grasse | Rendement matière grasse/ha |
|----------------|---------------------|-----------------------------|
| Heliasol       | 50.6                | 1033                        |
| Altesse RM     | 45.1                | 1019                        |
| All star RM    | 43.1                | 891                         |
| Pomar RM       | 41.3                | 683                         |
| Bamako         | 47.1                | 644                         |
| LG 545 HO      | 38.4                | 589                         |
| Piperone       | 27.7                | 552                         |
| PAN 07 – CO/2  | 31.0                | 550                         |
| PAN 07 – CO/18 | 30.7                | 472                         |
| PAN 07 – CO/19 | 25.4                | 462                         |
| PAN 07 – CO/16 | 26.1                | 444                         |
| PAN 07 – CO/7  | 24.9                | 429                         |
| PAN 07 – CO/17 | 24.6                | 385                         |

#### 4.1.10. Récapitulatif des dates des principales phases physiologiques et rendement du tournesol

Le tableau suivant ci-dessous nous donne un récapitulatif de quelques paramètres mesurés des différentes variétés de soja tout site confondu.

**Tableau 21 : Récapitulation de quelques paramètres des variétés utilisées**

| Variété        | Apparition des 1 <sup>ères</sup> fleurs (R1) JAS | Date 50% Floraison (JAS) | Cycle | Hauteur moyenne (cm) | Diamètre moyen de capitule (cm) | Rendement moyen obtenu (kg/ha) | Rendement maximum obtenu (kg/ha) | % Matière grasse |
|----------------|--|--------------------------|-------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|
| all star RM    | 49.8   | 53.0                     | 107   | 100.4                | 11.7                            | 2067                           | 2810                             | 43.10            |
| altesse RM     | 51.3   | 57.7                     | 107   | 121.1                | 12.6                            | 2260                           | 2982                             | 45.10            |
| bamako         | 46.7   | 53.6                     | 107   | 85.6                 | 10.9                            | 1370                           | 2064                             | 47.10            |
| heliasol       | 50.3   | 54.6                     | 107   | 95.4                 | 11.9                            | 2042                           | 3156                             | 50.60            |
| LG 545 HO      | 47.8   | 53.1                     | 107   | 98.5                 | 11.4                            | 1535                           | 2520                             | 38.40            |
| PAN 07 – CO/16 | 44.8   | 52.8                     | 107   | 99.2                 | 11.4                            | 1704                           | 3511                             | 26.10            |
| PAN 07 – CO/17 | 44.1   | 52.3                     | 107   | 99.3                 | 12.4                            | 1566                           | 2980                             | 24.60            |
| PAN 07 – CO/18 | 44.2   | 52.3                     | 107   | 100.1                | 11.2                            | 1538                           | 2504                             | 30.70            |
| PAN 07 – CO/19 | 46.8   | 53.0                     | 107   | 101.6                | 11.6                            | 1818                           | 3587                             | 25.40            |
| PAN 07 – CO/2  | 45.2   | 55.1                     | 107   | 121.8                | 12.8                            | 1775                           | 3009                             | 31.0             |
| PAN 07 – CO/7  | 42.7   | 51.6                     | 107   | 95.7                 | 10.8                            | 1722                           | 3321                             | 24.90            |

|          |      |      |     |       |      |      |      |       |
|----------|------|------|-----|-------|------|------|------|-------|
| pipérone | 51.4 | 59.3 | 107 | 124.5 | 15.3 | 1995 | 2996 | 27.70 |
| pomar RM | 50.3 | 59.8 | 107 | 117.0 | 12.5 | 1655 | 2309 | 41.30 |

#### 4.2. . Courbe de réponse NPK-tournesol

Rappel : suite à une mauvaise levée, seulement 5 (0, 40, 80, 120, 160 kg/ha NPK) traitements sur les 8 prévus ont été mis en place à Soukoundou, 8 répétitions. Tous les traitements sont maintenus à Sanguéré (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 kg/ha NPK), 8 répétitions ; sous traitement 0N et +N à la montaison.

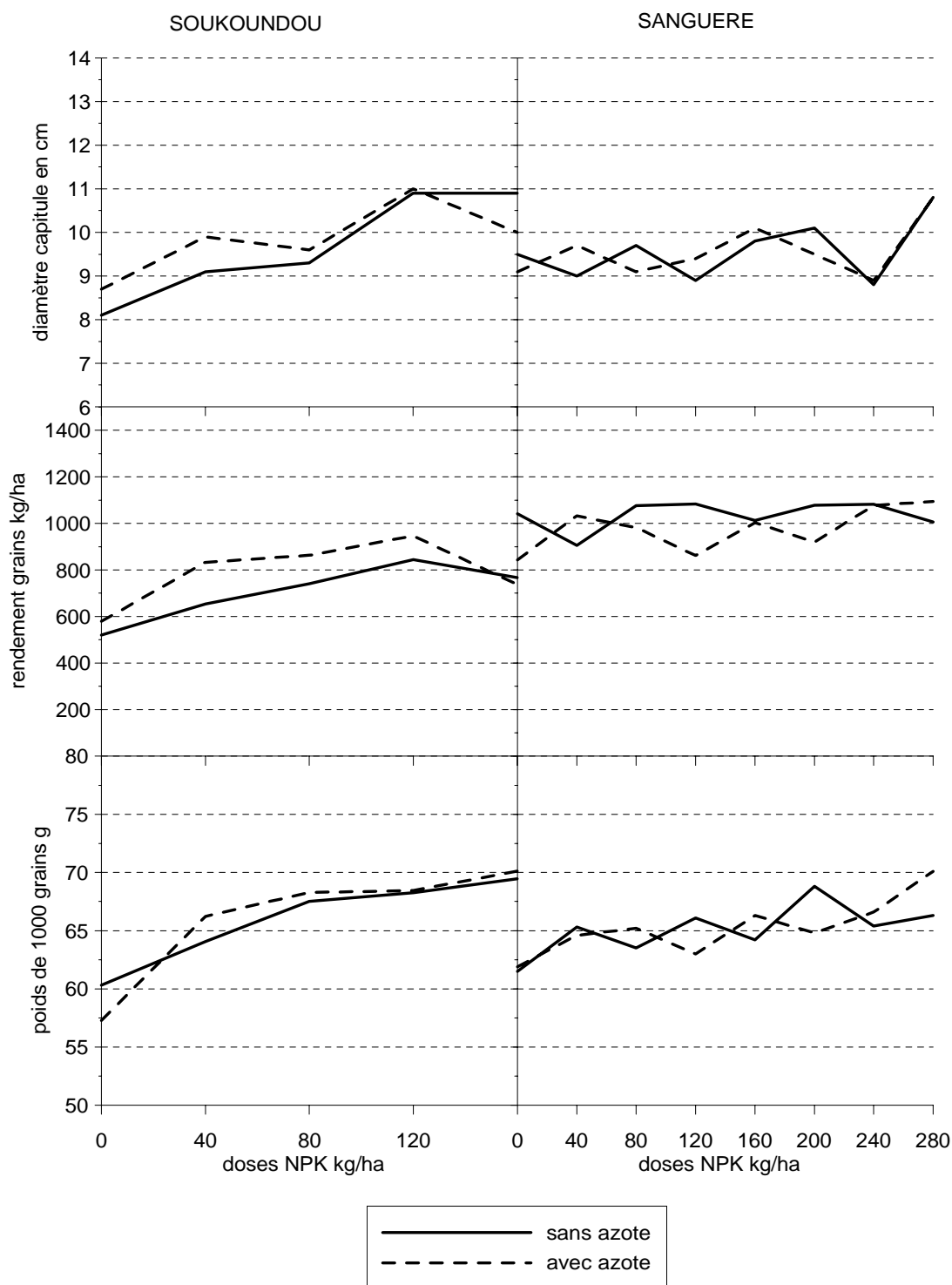


Figure 7 : Résultats des doses NPK aux différentes variables mesurées sur les sites de Soukoundou et Sanguéré.

La réponse du tournesol (rendement kg/ha) aux doses de NPK est faible à Soukoundou (600 kg/ha à 800 kg/ha) et nulle à Sanguéré (plafonné à 1000 kg/ha). Dans les deux situations, il semble qu'on plafonne aux environs de 900 à 1000 kg/ha alors que les essais variétaux voisins de ces essais montent à plus de 2000 kg/ha (2200 à Soukoundou et 2300 à Sanguéré). Ce plafond s'explique principalement : par l'utilisation de la variété *Bamako* qui effectivement plafonne aux environs de 1000 à 1200 kg/ha alors que les variétés *Euralis* plafonnent à un niveau nettement supérieur ; il semble que la variété *Bamako* a été fortement affectée par un dessèchement prématuré des organes végétatifs lié à une attaque fongique (*Phoma* ?).

On note cependant une augmentation sensible des variables diamètre du capitule à Soukoundou ainsi que le poids de 1000 grains. Mais ces augmentations ne se traduisent pas en rendement ; l'attaque parasitaire plus tardive peut expliquer cet effet.

L'insensibilité de ces deux variables aux doses de NPK à Sanguéré montre que le site a subi des contraintes complémentaires de la floraison à la maturation. L'attaque parasitaire a été plus forte et plus prématurée. Le sol ne semble pas être incriminé au regard du rendement de près de 1000 kg/ha à la dose de 0 kg/ha de NPK.

L'apport d'azote complémentaire n'apporte pas la plus value escomptée.

**Tableau 22: Poids de 1000 graines courbe de réponse NPK tournesol dose secondaire**

| Doses d'azote supplémentaire<br>(kg/ha) | Poids de 1000 graines |            |
|---|-----------------------|------------|
|   | Sanguéré              | Soukoundou |
| 0                                       | 65.15 a               | 65.92 a    |
| 100                                     | 65.29 a               | 66.07 a    |

## 5. Conclusion et recommandations

Pour la deuxième campagne sur l'étude de la faisabilité du soja et du tournesol comme culture de diversification en rotation avec le coton, l'accent a été porté sur les variétés et sur les tests de fertilisation en engrais composé NPK.

Les essais sont menés sur trois sites expérimentaux : Soukoundou au Nord de la zone d'étude près de Guider, Sanguéré à la périphérie de Garoua et Tcholliré dans la région sud.

La localisation géographique des essais est choisie pour obtenir une diversité de situation climatique en partant de la limite probable nord (Soukoundou, 800 à 900 mm de pluviométrie sur 4 mois) à une zone plus humide avec une saison des pluies plus longue (Tcholliré, 1200 mm sur 5,5 mois). Sanguéré est intermédiaire à ces deux situations.

La campagne pluviométrique a été globalement déficitaire sur les trois sites expérimentaux (entre 150 et 300 mm de moins que la moyenne annuelle) et particulièrement contraignante à Sanguéré.

### La campagne de soja

#### Essai variétal soja

Pour cette campagne, un seul protocole variétal soja a été adopté sur les trois sites d'étude. A Soukoundou et Sanguéré, la mauvaise levée des graines nous a amené à modifier le protocole expérimental : sur les 6 répétitions prévues dans chaque site, seulement 4 ont été retenues à Soukoundou et 3 à Sanguéré. Le semis direct réalisé à Sanguéré cette année a été particulièrement préjudiciable pour la levée du soja. Effectivement, la biomasse organique laissée sur le sol après désherbage chimique a été un vecteur de multiplication des sautereaux qui ont pullulés au moment de la germination du soja. Les dégâts ont été irrémédiables.

C'est à Soukoundou que les essais variétaux se sont le mieux comportés avec des rendements moyens atteignant 3 tonnes/ha (ce qui avait déjà été observé au cours de la campagne précédente). Les essais variétaux du site de Tcholliré se sont également bien comportés avec des rendements atteignant 2 tonnes/ha. Le site Sanguéré a été le moins performant (cf explications précédentes).

En résumé, les variétés les plus performantes sont :

- *Houla 1 et 2 et SJ235* comme « matériel local » ;
- Une série de TGX : *TGX 1830 20 E, TGX 1448 2 E, TGX 1910 14 F, TGX 1844 18 E, TGX 1485 1D*,
- Le matériel brésilien (série des *CD*), disposant pourtant d'un port végétal attrayant, ne semble pas adapté à la région (problème de conservation des semences et de germination). On n'atteint pas une densité satisfaisante.

#### Système symbiotique et nodulation

Les prélèvements de plantes réalisés en cours de cycle sur les sites de Soukoundou et Tcholliré ont montré que, dans l'ensemble, le système symbiotique et la nodulation ont bien fonctionné cette année. On obtient des nodulations largement supérieures à la norme basse de 30 nodosités/plante. Cela se confirme par l'effet très modéré d'un apport d'urée complémentaire dans certains essais.

#### Essai courbe de réponse NPK-Soja

Globalement, on constate une réponse sensible de la dose NPK sur presque tous les paramètres mesurés à Soukoundou (où la pluviométrie a été correcte), et moins nette à Sanguéré.

On note également un point de départ élevé des courbes (rendement entre 1500 et 1700 kg/ha), ce qui signifie que ces terrains expérimentaux disposent déjà d'une réserve minérale confortable

pour permettre la croissance du soja sans engrais. C'est pourquoi nous nous situons proche de l'optimum des courbes de réponses avec peu de contraintes à Soukoundou (3000 kg/ha est proche du maximum de production possible en soja). Par contre, les courbes restent relativement éloignées du maximum à Sanguéré où on plafonne à 2200 kg/ha. La contrainte pluviométrique a été probablement dominante..

Le complément azoté apporté sur le soja est presque toujours positif sur les paramètres mesurés, mais reste cependant dans des proportions faibles. Cela suggère que le système symbiotique fonctionne correctement.

Pour l'instant, on peut conclure que la dose de 200 kg/ha semble la plus adaptée aux contrastes de fertilité. Cependant, en sol fertile, une dose inférieure peut convenir (100 kg/ha) : nous avons observé à Soukoundou et Sanguéré que, sans apport d'engrais, le rendement se situe au-delà de 1500 kg de graines/ha. Ces résultats sont à confirmer.

### **La campagne de tournesol**

Contrairement au soja, les variétés de tournesol utilisées sont des hybrides venant des deux sociétés semencières françaises : *Panam* et *Euralis*. Nous n'avons pas encore trouvé de matériel composite ou variétal.

La levée des essais a été médiocre dans son ensemble, probablement expliquée en partie par les mauvaises conditions pluviométriques de départ. On a pu atteindre la densité visée de 66 600 plantes /ha à Soukoundou, grâce au semis à deux graines par poquet (environ 50% de levée). La situation était particulièrement médiocre à Sanguéré et Tcholliré où on note en moyenne que 30 à 40% de levée. Quant aux attaques par des maladies, au cours de cette campagne, trois types de symptômes ont été recensés. Il s'agit :

- des attaques au niveau du collet ;
- des brûlures des feuilles ;
- du flétrissement général de la plante.

L'identité de ces maladies n'est pas encore connue mais il s'agirait probablement d'attaques de *Phomopsis*, du *Phoma* ou du *sclerotinia*. Les variétés venant de *Panam* ont été plus sensibles que celles venant de *Euralis*. Cette question reste à élucider. On n'a pas recensé des pressions parasitaires notables à part l'infestation des insectes piqueurs suceurs sur les capitules versées.

La taille des plantes varie entre de 80 et 120 cm de hauteur et un diamètre capitulaire de 11 à 14 cm, sauf *Piperone* qui s'individualise avec une taille de 125 cm et un diamètre capitulaire atteignant 18 cm.

La moyenne par variété sur les trois sites de notre étude, montre que les variétés *Heliasol*, *Altesse RM*, et *All star RM* semblent plus productives avec des rendements situés au-delà de 2000 kg/ha. Ces variétés et aussi *Pomar RM*, *Bamako* et *LG 545 HO* présentent un bon pourcentage de matière grasse situé entre 38 et 45%. *Héliasol* atteint le taux de 50% de matière grasse.

Le cycle de l'ensemble des variétés testées se situe en moyenne à 107 jours.

Après deux années d'étude de faisabilité de la culture du soja et tournesol dans la zone cotonnière, les résultats obtenus sont encourageants et laisse envisager la perspective d'une culture de diversification possible pour la région Nord et Adamaoua.

Il serait cependant nécessaire d'envisager lors de la prochaine campagne :  
pour le soja :

- des tests de confirmation des modalités de semis et de comportement en milieu paysan ;
- de poursuivre la comparaison variétale en étendant le zone expérimentale au Nors vers Kaélé et Maroua, et au Sud vers Ngaoundéré;
- le début d'un programme semence;
- l'usinage tourteau et huile ;
- les essais courbe de réponse N, P, K et NPK ;

- les rotations soja x coton , soja x tournesol.

Pour le tournesol :

- test de comportement ;
- l'identification des maladies ;
- l'usinage tourteau et huile ;
- les rotations tournesol x coton, tournesol x soja
- tester l'utilisation des hybrides en F2 et vérifier la perte de rendement possible (pour éviter l'achat annuel des semences)
- rechercher du matériel non hybride

En plus de ces deux cultures, deux autres nouvelles plantes seront testées la campagne prochaine.

Il s'agit du *Jatropha* et du *Ricin* qui feront l'objet :

- d'une collection et caractérisation ;
- de test de comportement et d'estimation de la production.

## ANNEXE : LES PROTOCOLES EXPERIMENTAUX

### ESSAI VARIETAL SOJA 2007

#### 1) Objectif

Etudier le comportement des différentes variétés du soja dans la zone cotonnière du Cameroun sur trois sites : Sanguéré (zone Garoua), Soukoundou (Guider), Tcholliré (dans le Mayo rey).

#### 2) Dispositif expérimental

Essai blocs de Fischer, 6 répétitions, 16 traitements (variétés).

Parcelle élémentaire : 10 lignes x 0.5 m x 10 m = 50 m<sup>2</sup>

Nombre de lignes = 10 (1 ligne de bordure, 8 lignes de récolte) de 10 linéaires

Superficie totale de l'essai : 4800 m<sup>2</sup>.

#### 3) Traitements

| variétés  | cycle |  | cycle |
|---|-------|--|-------|
| Trt 1 = ESA<br>Trt 2 = TGX 849 29 4D (Mokolo)<br>Trt 3 = SJ 235<br>Trt 4 = Houla 1<br>Trt 5 = Houla 2<br>Trt 6 = TGX 1740 2 F<br>Trt 7 = TGX 1910 14 F<br>Trt 8 = TGX 1830 20 E |       | Trt 9 = TGX 1844 18 E<br>Trt 10 = TGX 1485 1 D<br>Trt 11 = TGX 1448 2 E<br>Trt 12 = Pitoa 2 (Ngong)<br>Trt13 = CD 204<br>Trt 14 = CD 211<br>Trt 15 = CD 222<br>TRT 16 = CD 98 3185 |       |

#### 4) Conduite expérimentale :

**Préparation du terrain** : labour aux bœufs

**semis:**

- date: le 26 et 27 juin à Tcholliré ; 27 et 28 juin à Soukoundou ; 02 et 03 juillet à Sanguéré.

- écartement entre les lignes: 50 cm

- écartement sur la ligne: 6.1 cm (16.5 grains /m linéaire)

-quantité de semence: 35 à 40 kg/ha (suivant pouvoir germinatif et poids de 1000 grains) pour une densité visée de 330 000 pieds/ha (soit 1.2 kg / variété/essai ; 3.6 kg/variété pour les trois tests variétaux)

- profondeur de semis: 3 à 5 cm

**Fertilisation :**

200 kg/ha NPK Sodécoton (15/20/15) 10 à 15 jours Après semis, soit 1000 g/parcelle de 50m<sup>2</sup>

**Entretien** : selon demande, en manuel

#### 5) Mesure en cours de cycle :

Pourcentage de levée :

Date des stades physiologiques clefs :

Stade R1 : une fleur à quelques noeuds

Stade R3 : gousse longue de 0,5 cm



Stade R7 : gousses jaunissantes

Stade R8 : maturation de récolte, gousses grises ou brunes

Description plante : (stade R8) : réalisée sur les lignes de prélèvements

Hauteur de la plante

Hauteur du premier étage de gousses

Nombre de gousses par plantes

Nombre de graines par plante

Poids de graines par plantes

Poids 1 grain

Maladies foliaires : *cercosporiose* (stade R1 et R3)

Verse : (stade R7)

Attaques insectes : selon infestation

Déhiscence des gousses (stade R8)

#### **6) Récolte :**

Récolte de 8 lignes centrales, après élimination de 50 cm de part et d'autre des lignes,  
soit 8 lignes x 0.5m x 9m = **36 m<sup>2</sup>**

# PLAN DE L'ESSAI VARIETAL SOJA TCHOLLIRE 2007

|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
| 5m  |           |           |           | 1 m       |  | R5        |           |           |           | 1 m |           | R6        |           |           |  |
| 10m | R4<br>T9  | R4<br>T12 | R4<br>T16 | R4<br>T15 |  | R5<br>T5  | R5<br>T16 | R5<br>T4  | R5<br>T14 |     | R6<br>T3  | R6<br>T1  | R6<br>T5  | R6<br>T16 |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
| 1 m |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
| 2 m | R4<br>T13 | R4<br>T11 | R4<br>T3  | R4<br>T4  |  | R5<br>T11 | R5<br>T7  | R5<br>T3  | R5<br>T1  |     | R6<br>T4  | R6<br>T10 | R6<br>T13 | R6<br>T15 |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     | R4<br>T7  | R4<br>T10 | R4<br>T6  | R4<br>T14 |  | R5<br>T6  | R5<br>T2  | R5<br>T12 | R5<br>T13 |     | R6<br>T11 | R6<br>T6  | R6<br>T7  | R6<br>T9  |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     | R4<br>T5  | R4<br>T8  | R4<br>T1  | R4<br>T2  |  | R5<br>T10 | R5<br>T8  | R5<br>T9  | R5<br>T15 |     | R6<br>T12 | R6<br>T2  | R6<br>T8  | R6<br>T14 |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |
|     |           |           |           |           |  |           |           |           |           |     |           |           |           |           |  |

# PLAN DE L'ESSAI VARIETAL SOJA SOUKOUNDOU 2007

|     |     |           |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |     | 5 m       |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | R6  |     |
| 10m |     |           | T16 | T9 | **  | T8  | T7  | T13 | T5  | T1  | T3  | T12 | T4  | T11 | T14 | T2  | T6  |     | T10 |
| 1m  |     |           |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | R5  |
|     |     |           | T14 | T1 | T13 | T15 | T9  | T12 | T3  | T4  | T16 | T5  | T11 | T6  | T10 | T8  | T2  | T7  |     |
|     |     |           | T9  | T7 | T2  | T5  | T12 | T10 | T6  | T3  | T15 | T8  | T13 | T16 | T14 | T4  | T11 | T1  | R4  |
|     |     | R6<br>T15 | T15 | T4 | T14 | T2  | T1  | T6  | T3  | T12 | T11 | T10 | T8  | T5  | T7  | T13 | T9  | T16 |     |
|     | T9  | T8        | T3  | ** | **  | T11 | T6  | T7  | T16 | T2  | T5  | T12 | T10 | T1  | T15 | T4  | T13 | T14 | R2  |
|     | T13 | T1        | T6  | ** | **  | T10 | T8  | T5  | T12 | T15 | T7  | T14 | T2  | T11 | T3  | T16 | T9  | T4  |     |
|     |     |           |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | R1  |

# PLAN DE L'ESSAI VARIETAL SOJA SANGUERE 2007

|         |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |               |               |               |               |               |               |               |               |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 5m      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |               |               |               |               |               |               |               |               |
| 10<br>m | <b>R6</b>     |               |               |               |               | <b>R5</b>     |               |               |               | <b>R4</b>     |               |               |               | <b>R3</b>     |               |               |              | <b>R2</b>     |               |               |               | <b>R1</b>     |               |               |               |
|         | R6<br>T<br>13 | R6<br>T<br>3  | R6<br>T<br>1  | R6<br>T<br>5  | R6<br>T<br>16 | R5<br>T<br>5  | R5<br>T<br>16 | R5<br>T<br>4  | R5<br>T<br>14 | R4<br>T<br>9  | R4<br>T<br>12 | R4<br>T<br>16 | R4<br>T<br>15 | R3<br>T<br>13 | R3<br>T<br>3  | R3<br>T<br>16 | R3<br>T<br>9 | R2<br>T<br>7  | R2<br>T<br>4  | R2<br>T<br>12 | R2<br>T<br>13 | R1<br>T<br>12 | R1<br>T<br>2  | R1<br>T<br>16 | R1<br>T<br>9  |
| 1<br>m  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |               |               |               |               |               |               |               |               |
| 2<br>m  | R6<br>T<br>13 | re<br>m<br>T4 | re<br>m<br>T4 | re<br>m<br>T4 | R6<br>T<br>15 | R5<br>T<br>11 | R5<br>T<br>7  | R5<br>T<br>3  | R5<br>T<br>1  | R4<br>T<br>13 | R4<br>T<br>11 | R4<br>T<br>3  | R4<br>T<br>4  | R3<br>T<br>15 | R3<br>T<br>8  | R3<br>T<br>6  | R3<br>T<br>7 | R2<br>T<br>14 | R2<br>T<br>9  | R2<br>T<br>5  | R2<br>T<br>1  | R1<br>T<br>10 | R1<br>T<br>14 | R1<br>T<br>7  | R1<br>T<br>8  |
|         |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |               |               |               |               |               |               |               |               |
| 1<br>m  | R6<br>T<br>10 | R6<br>T<br>11 | R6<br>T<br>6  | R6<br>T<br>7  | R6<br>T<br>9  | R5<br>T<br>6  | R5<br>T<br>2  | R5<br>T<br>12 | R5<br>T<br>13 | R4<br>T<br>7  | R4<br>T<br>10 | R4<br>T<br>6  | R4<br>T<br>14 | R3<br>T<br>14 | R3<br>T<br>1  | R3<br>T<br>10 | R3<br>T<br>2 | R2<br>T<br>2  | R2<br>T<br>15 | R2<br>T<br>16 | R2<br>T<br>6  | R1<br>T<br>1  | R1<br>T<br>13 | R1<br>T<br>5  | R1<br>T<br>3  |
|         |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |               |               |               |               |               |               |               |               |
| 1<br>m  | R6<br>T<br>4  | R6<br>T<br>12 | R6<br>T<br>2  | R6<br>T<br>8  | R6<br>T<br>14 | R5<br>T<br>10 | R5<br>T<br>8  | R5<br>T<br>9  | R5<br>T<br>15 | R4<br>T<br>5  | R4<br>T<br>8  | R4<br>T<br>1  | R4<br>T<br>2  | R3<br>T<br>4  | R3<br>T<br>11 | R3<br>T<br>12 | R3<br>T<br>5 | R2<br>T<br>11 | R2<br>T<br>3  | R2<br>T<br>8  | R2<br>T<br>10 | R1<br>T<br>15 | R1<br>T<br>4  | R1<br>T<br>6  | R1<br>T<br>11 |
|         |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |               |               |               |               |               |               |               |               |

## ESSAI COURBE DE REPONSE NPK-SOJA 2007

### 1) Objectif

Déterminer les besoins en NPK de façon à pouvoir définir la dose appropriée à la culture du soja.

Les essais sont localisés dans la zone cotonnière du Cameroun sur deux sites : Sanguéré (zone Garoua), Soukoundou (Guider).

### 2) Dispositif expérimental

Essai blocs de Fischer, 8 répétitions, 8 traitements (doses).

#### Sanguéré

Traitement principal (doses NPK) : parcelle élémentaire 8 lignes x 0.5 x 10 m = **40 m<sup>2</sup>**,

nombre de lignes = 8 (2 lignes de bordure, 6 lignes de récolte) de 10 mètres linéaires ;

Sous-traitement (avec et sans urée) : parcelle élémentaire 8 lignes x 0.5 x 5 m = **20 m<sup>2</sup>**.

nombre de lignes = 8 (2 lignes de bordure, 6 lignes de récolte) de 5 mètres linéaires.

Superficie totale de l'essai: 4 x 16 x 46 = **2560 m<sup>2</sup>**.

#### Soukoundou

Traitement principal (doses NPK) : parcelle élémentaire 10 lignes x 0.5 x 10 m = **50 m<sup>2</sup>**,

nombre de lignes = 10 (4 lignes de bordure, 6 lignes de récolte) de 10 mètres linéaires ;

Sous-traitement (avec et sans urée) : parcelle élémentaire 10 lignes x 0.5 x 5 m = **25 m<sup>2</sup>**.

nombre de lignes = 10 (4 lignes de bordure, 6 lignes de récolte) de 5 mètres linéaires.

Superficie totale de l'essai: **3200 m<sup>2</sup>**.

### 3) Traitements

| Trts | kg NPK<br>(kg/ha) | Quantité NPK/parcelle<br>principale (g) | Unités<br>N/ sous parcelle (kg/ha) | Quantité N/<br>parcelle (g) |
|------|-------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|
| T1   | 0                 | 0                                       | 0 -100                             | 0 – 270                     |
| T2   | 40                | 160                                     | 0 -100                             | 0 – 270                     |
| T3   | 80                | 320                                     | 0 -100                             | 0 – 270                     |
| T4   | 120               | 480                                     | 0 -100                             | 0 – 270                     |
| T5   | 160               | 640                                     | 0 -100                             | 0 – 270                     |
| T6   | 200               | 800                                     | 0 -100                             | 0 – 270                     |
| T7   | 240               | 960                                     | 0 -100                             | 0 – 270                     |
| T8   | 280               | 1120                                    | 0 -100                             | 0 - 270                     |

NPK amené sous la formulation 15–20–15- 6S-1B

N : amené sous forme d'urée (46% N) :

### 4) Conduite expérimentale :

**Préparation du terrain** : labour aux bœufs

**Semis:**

-variété : Houla 1, 12.8 kg/site soit 25.6 kg pour les deux sites.

- date: entre le 04 et 25 juillet.

- écartement entre les lignes: 50 cm

- écartement sur la ligne: 6.1 cm (16.5 grains /m linéaire)

-quantité de semence: 35 à 40 kg/ha (suivant pouvoir germinatif et poids de 1000 grains) pour une densité visée de 330 000 pieds/ha

- profondeur de semis: 3 à 5 cm

**Fertilisation :**

Epandage à 15 JAS : l'engrais (NPK 15-20-15) est apporté dans un sillon tracé à coté du rang de soja. Pour éviter tout risque de perte ou déplacement d'engrais par ruissellement, il est recommandé de procéder à un buttage dès l'apport d'engrais achevé.

Epandage d'urée à l'approche de la floraison de la même façon que l'engrais.

**Entretien** : en manuel selon l'enherbement

**5) Mesure en cours de cycle :**

Pourcentage de levée :

Date des stades physiologiques clefs :

Stade R1 : une fleur à quelques noeuds

Stade R8 : maturation de récolte, gousses grises ou brunes

Description plante : (stade R8) : réalisée sur les lignes de prélèvements

Hauteur de la plante

Hauteur du premier étage de gousses

Maladies foliaires : *cercosporiose* (stade R1 et R3)

Verse : (stade R7)

Attaques insectes : selon infestation

Déhiscence des gousses (stade R8)

**6) Récolte :**

Récolte de 8 lignes centrales, après élimination de 50 cm de part et d'autres des lignes, soit 8 lignes x 0.5m x 8m = **32 m<sup>2</sup>**

mesures :

sur toutes les parcelles :

nbre plantes à la récolte

poids grains

humidité des grains

sur quelques pieds :

Nombre de gousses par plante

Nombre de graines par plante

Poids de graines par plante

# PLAN DE L'ESSAI DOSES NPK-SOJA SANGUERE 2007

Surface Parcelle : 8 lignes x 0.5 x 10 m = 40m<sup>2</sup>

| 10m    |        |  |        | 2<br>m |  |        |        |  |        |        |  |
|--------|--------|--|--------|--------|--|--------|--------|--|--------|--------|--|
| R1 T3  | R1T3 + |  | R1 T6  | R1T6 + |  | R1 T5  | R1T5 + |  | R1 T7  | R1T7 + | 8 lignes<br>0.5 m espac<br>4m<br><b>R1</b> |
| R1 T2  | R1T2 + |  | R1 T4  | R1T4 + |  | R1 T8  | R1T8 + |  | R1 T1  | R1T1 + |  |
| R2 T4  | R2T4 + |  | R2 T2  | R2T2 + |  | R2 T1  | R2T1 + |  | R2 T6  | R2T6 + | <b>R2</b>                                  |
| R2 T8  | R2T8 + |  | R2 T3  | R2T3 + |  | R2 T7  | R2T7 + |  | R2 T5  | R2T5 + |  |
| R3 T1  | R3T1 + |  | R3 T6  | R3T6 + |  | R3 T4  | R3T4 + |  | R3 T7  | R3T7 + | <b>R3</b>                                  |
| R3 T2  | R3T2 + |  | R3 T3  | R3T3 + |  | R3 T5  | R3T5 + |  | R3 T8  | R3T8 + |  |
| R4 T4  | R4T4 + |  | R4 T1  | R4T1 + |  | R4 T5  | R4T5 + |  | R4 T6  | R4T6 + | <b>R4</b>                                  |
| R4 T3  | R4T3 + |  | R4 T7  | R4T7 + |  | R4 T8  | R4T8 + |  | R4 T2  | R4T2 + |  |
| R5 T4  | R5T4 + |  | R5 T5  | R5T5 + |  | R5 T2  | R5T2 + |  | R5 T8  | R5T8 + | <b>R5</b>                                  |
| R5 T7  | R5T7 + |  | R5 T6  | R5T6 + |  | R5 T1  | R5T1 + |  | R5 T3  | R5T3 + |  |
| R6 T5  | R6T5 + |  | R6 T4  | R6T4 + |  | R6 T2  | R6T2 + |  | R6 T8  | R6T8 + | <b>R6</b>                                  |
| R6 T3  | R6T3 + |  | R6 T1  | R6T1 + |  | R6 T7  | R6T7 + |  | R6 T6  | R6T6 + |  |
| R7 T3  | R7T3 + |  | R7 T2  | R7T2 + |  | R7 T6  | R7T6 + |  | R7 T4  | R7T4 + | <b>R7</b>                                  |
| R7 T8  | R7T8 + |  | R7 T5  | R7T5 + |  | R7 T7  | R7T7 + |  | R7 T1  | R7T1 + |  |
| R8 T7  | R8T7 + |  | R8 T8  | R8T8 + |  | R8 T4  | R8T4 + |  | R8 T5  | R8T5 + | <b>R8</b>                                  |
| R8 T2  | R8T2 + |  | R8 T3  | R8T3 + |  | R8 T1  | R8T1 + |  | R8 T6  | R8T6 + |  |
| 0 uree | + uree |  | 0 uree | + uree |  | 0 uree | + uree |  | 0 uree | + uree |  |

0 uree + uree 0 uree + uree 0 uree + uree 0 uree + uree  
doses NPK kg/ha T1 = 0, T2 = 40, T3 = 80, T4 = 120, T5 = 160, T6 = 200, T7 = 240, T8 = 280)  
Q NPK g /parcelle : T2 = 160g; T3 = 320g ; T4 = 480g ; T5 = 640g ; T6 = 800g ; T7 = 960g ; T8 = 1120g

# PLAN DE L'ESSAI DOSES NPK-SOJA SOUKOUNDOU 2007

|           |         |       |        |        |        |        |         |        |  |
|-----------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--|
| 5 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | 10 lignes<br>0.5 m espac<br>10m<br><b>R8</b> |
| 0<br>urée | R8T8    | R8T4  | R8T5   | R8T1   | R8T2   | R8T6   | R8T3    | R8T7   |  |
| +<br>urée | R8T8+   | R8T4+ | R8T5+  | R8T1+  | R8T2+  | R8T6+  | R8T3+   | R8T7+  |  |
| 2 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | 10 m<br>R7                                   |
| 0<br>urée | R7T4    | R7T8  | R7 T1  | R7T7   | R7 T3  | R7T6   | R7 T2   | R7T5   |  |
| +<br>urée | R7T4+   | R7T8+ | R7 T1+ | R7T7+  | R7 T3+ | R7T6+  | R7T2+   | R7T5+  |  |
| 5 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | <b>R6</b>                                    |
| 0<br>urée | R6 T1   | R6T6  | R6 T8  | R6T2   | R6 T3  | R6T4   | R6 T7   | R6T5   |  |
| +<br>urée | R6 T1+  | R6T6+ | R6 T8+ | R6T2+  | R6 T3+ | R6T4+  | R6 T7+  | R6T5+  |  |
| 2 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | <b>R5</b>                                    |
| 0<br>urée | R5T6    | R5T4  | R5 T8  | R5T2   | R5 T1  | R5T7   | R5 T5   | R5T3   |  |
| +<br>urée | R5T6+   | R5T4+ | R5 T8+ | R5T2+  | R5 T1+ | R5T7+  | R5 T5+  | R5T3+  |  |
| 3 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | <b>R4</b>                                    |
| 0<br>urée | R4T7    | R4T5  | R4 T3  | R4T1   | R4 T2  | R4T6   | R4 T4   | R4T8   |  |
| +<br>urée | R4T7+   | R4T5+ | R4 T3+ | R4T1+  | R4 T2+ | R4T6+  | R4 T4+  | R4T8+  |  |
| 2 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | <b>R3</b>                                    |
| 0<br>urée | R3 T5   | R3T7  | R3 T3  | R3T6   | R3 T4  | R3T2   | R3 T8   | R3T1   |  |
| +<br>urée | R3 T5 + | R3T7+ | R3 T3+ | R3T6+  | R3 T4+ | R3T2+  | R3 T8+  | R3T1+  |  |
| 2 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | <b>R2</b>                                    |
| 0<br>urée | R2 T6   | R2T1  | R2 T3  | R2T4   | R2 T8  | R2T2   | R2 T5   | R2T7   |  |
| +<br>urée | R2 T6+  | R2T1+ | R2 T3+ | R2T4+  | R2 T8+ | R2T2+  | R2 T5+  | R2T7+  |  |
| 2 m       |         |       |        |        |        |        |         |        | <b>R1</b>                                    |
| 0<br>urée | R1 T2   | R1T3  | R1 T7  | R1T4   | R1 T6  | R1T1   | R1 T5   | R1T8   |  |
| +<br>urée | R1T2 +  | R1T3+ | R1 T7+ | R1T4 + | R1 T6+ | R1T1 + | R1 T5 + | R1T8 + |  |

Surface Parcelle : 10 lignes x 0.5 x 10 m = 50m<sup>2</sup>

doses NPK kg/ha T1 = 0, T2 = 40, T3 = 80, T4 = 120, T5 = 160, T6 = 200, T7 = 240, T8 = 280)

Q NPK g /parcelle : T2 = 160g; T3 = 320g ; T4 = 480g ; T5 = 640g ; T6 = 800g ; T7 = 960g ; T8 = 1120g



## ESSAI VARIETAL TOURNESOL 2007

### 1) Objectif

Etudier le comportement des différentes variétés du tournesol dans la zone cotonnière du Cameroun sur trois sites :

Sanguéré (zone Garoua),  
Soukoundou (Guider),  
Tcholliré (dans le Mayo Rey).

### 2) Dispositif expérimental

Essai blocs de Fischer, 6 répétitions, 13 traitements (variétés).

Sanguéré

Parcelle élémentaire : 8 lignes x 10m x 0.6m = 48 m<sup>2</sup>

Superficie totale de l'essai : 3744 m<sup>2</sup>

Tcholliré et Soukoundou (manque de semences)

Parcelle élémentaire : 6 lignes x 5m x 0.6m = 18 m<sup>2</sup>

Superficie totale de l'essai : 1404 m<sup>2</sup>

### 3) traitements

|                        |       |                      |         |
|------------------------|-------|----------------------|---------|
| Trt1 = piperone        | Panam | Trt 9 = heliasol     | Panam   |
| Trt 2 = bamako         | Panam | Trt 10 = LG 545 HO   | Panam   |
| Trt 3 = PAN 07 – CO/2  | Panam | Trt 11 = all star RM | euralis |
| Trt 4 = PAN 07 – CO/7  | Panam | Trt 12 = pomar RM    | euralis |
| Trt 5 = PAN 07 – CO/16 | Panam | Trt 13 = altesse RM  | euralis |
| Trt 6 = PAN 07 – CO/17 | Panam |                      |         |
| Trt 7 = PAN 07 – CO/18 | Panam |                      |         |
| Trt 8 = PAN 07 – CO/19 | Panam |                      |         |

### 4) Conduite expérimentale :

**Préparation du terrain :** labour aux bœufs

**Semis:**

- date: entre le 18 juin à Sanguéré ; 26 juin à Soukoundou et 28 juin à Tcholliré.
- écartement entre les lignes: 60 cm
- écartement sur la ligne: 25 cm (4 pieds /m linéaire)
- 2 graines par poquet, éclaircissage à 1 pied/poquet
- profondeur de semis : 3 cm
- quantité de semence: 66 600 plantes / ha, soit 3840 grains / essai /variété

**Fertilisation :**

NPK : 200 kg/ha 15/20/15

Après levée :

UREE : 150 kg/ha

**Entretien :** désherbage selon demande

### 5) Mesure en cours de cycle :

Suivi phytosanitaire :

Insectes

Maladies

Mesures physiologiques :

A la levée :           peuplement  
                                  vigueur

A la floraison :       date de floraison  
                                  maladie (*mildiou*, *plte naine*)

A la récolte :         date récolte  
                                  diamètre capitule  
                                  verse  
                                  maladie (*phoma*, *phomopsis*, *sclerotinia*)  
                                  aspect à la récolte

Après récolte :       rendement  
                                  humidité grains  
                                  huile % (Q huile/ha)

#### **6) Récolte :**

Récolte de 6 lignes de 10m, avec bordure de 50 cm : 6 lignes x 0.6 m x 9 m = **32,4 m<sup>2</sup>** (**Sanguéré**)

Récolte de 4 lignes de 5 m, sans bordures : 4 lignes x 0.6 m x 5 m = **12 m<sup>2</sup>** (**Tcholliré + Soukoundou**)

# PLAN DE L'ESSAI VARIETAL TOURNESOL TCHOLLIRE 2007

|     |              |            |       |    |           |           |       |    |           |           |       |
|-----|--------------|------------|-------|----|-----------|-----------|-------|----|-----------|-----------|-------|
|     | <b>3.6 m</b> | <b>R 4</b> |       | 2m |           | <b>R5</b> |       | 2m |           | <b>R6</b> |       |
| 5 m | R4 T5        | R4 T1      | R4T13 |    | R5 T9     | R5T11     | R5 T1 |    | R6 T2     | R6T13     | R6T12 |
| 2 m | R4 T3        | R4 T4      | R4 T7 |    | R5 T7     | R5T12     | R5 T5 |    | R6 T7     | R6T10     | R6 T9 |
|     | R4 T2        | R4 T6      | R4 T8 |    | R5 T6     | R5 T8     | R5T13 |    | R6 T5     | R6 T3     | R6 T1 |
|     | Rem          | R4T11      | R4 T9 |    | Rem       | R5 T4     | R5 T3 |    | Rem       | R6 T4     | R6T11 |
|     | Rem.         | R4T10      | R4T12 |    | Rem.      | R5T10     | R5 T2 |    | Rem       | R6 T8     | R6 T6 |
|     | <b>R3</b>    |            |       |    | <b>R2</b> |           |       |    | <b>R1</b> |           |       |
|     | R3 T5        | R3 T1      | R3T6  |    | R2 T4     | R2T9      | R2T11 |    | R1 T6     | R1 T3     | R1T13 |
|     | R3T10        | R3 T2      | R3 T8 |    | R2 T8     | R2T13     | R2T10 |    | R1 T1     | R1 T4     | R1 T8 |
|     | R3T12        | R3 T9      | R3 T7 |    | R2 T7     | R2T12     | R2 T2 |    | R1T11     | R1 T9     | R1 T2 |
|     | Rem.         | R3 T3      | R3T11 |    | Rem.      | R2 T3     | R2 T1 |    | Rem.      | R1 T5     | R1 T7 |
|     | Rem.         | R3 T4      | R3T13 |    | Rem       | R2 T6     | R2T5  |    | Rem.      | R1T10     | R1T12 |

# PLAN DE L'ESSAI VARIETAL TOURNESOL SOUKOUNDOU 2007

46.8 m

3.6  
m

**R6**

|          |          |           |           |          |          |           |          |          |          |          |          |           |
|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| R6<br>T8 | R6<br>T2 | R6<br>T13 | R6<br>T12 | R6<br>T6 | R6<br>T7 | R6<br>T10 | R6<br>T9 | R6<br>T5 | R6<br>T3 | R6<br>T1 | R6<br>T4 | R6<br>T11 |
|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|

5 m

2 m

**R5**

|          |           |          |           |          |           |          |          |          |           |          |          |          |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| R5<br>T2 | R5<br>T11 | R5<br>T1 | R5<br>T10 | R5<br>T7 | R5<br>T12 | R5<br>T5 | R5<br>T9 | R5<br>T6 | R5<br>T13 | R5<br>T4 | R5<br>T3 | R5<br>T8 |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|

**R4**

|           |          |          |           |          |          |          |           |          |          |          |          |           |
|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| R4<br>T12 | R4<br>T5 | R4<br>T1 | R4<br>T13 | R4<br>T3 | R4<br>T4 | R4<br>T7 | R4<br>T10 | R4<br>T2 | R4<br>T6 | R4<br>T8 | R4<br>T9 | R4<br>T11 |
|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|

40m

**R3**

|           |          |          |          |           |          |          |          |           |          |          |          |           |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| R3<br>T13 | R3<br>T5 | R3<br>T1 | R3<br>T6 | R3<br>T10 | R3<br>T2 | R3<br>T8 | R3<br>T4 | R3<br>T12 | R3<br>T9 | R3<br>T7 | R3<br>T3 | R3<br>T11 |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|

**R2**

|          |          |           |          |           |           |          |          |           |          |          |          |          |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| R2<br>T5 | R2<br>T9 | R2<br>T11 | R2<br>T8 | R2<br>T13 | R2<br>T10 | R2<br>T6 | R2<br>T7 | R2<br>T12 | R2<br>T2 | R2<br>T3 | R2<br>T1 | R2<br>T4 |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|

**R1**

|           |          |          |           |          |          |           |          |          |           |          |          |          |
|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| R1<br>T12 | R1<br>T6 | R1<br>T3 | R1<br>T13 | R1<br>T4 | R1<br>T8 | R1<br>T11 | R1<br>T9 | R1<br>T2 | R1<br>T10 | R1<br>T5 | R1<br>T7 | R1<br>T1 |
|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|

# PLAN DE L'ESSAI VARIETAL TOURNESOL SANGUERE 2007

|      |      |       |       |       |       |      |       |     |
|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----|
| 4.8m | R2   |       |       |       | R1    |      |       |     |
| **   | R2T4 | R2T9  | R2T11 | R1T12 | R1T6  | R1T3 | R1T13 | 10m |
| 2m   |      |       |       |       |       |      |       |     |
| R2T5 | R2T8 | R2T13 | R2T10 | Rem.  | R1T1  | R1T4 | R1T8  |     |
| **   | R2T7 | R2T12 | R2T2  | Rem.  | R1T11 | R1T9 | R1T2  |     |
| **   | R2T6 | R2T3  | R2T1  | Rem.  | R1T10 | R1T5 | R1T7  |     |

|           |      |       |       |           |       |       |       |           |       |       |       |           |       |      |       |     |
|-----------|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|------|-------|-----|
| <b>R6</b> |      |       |       | <b>R5</b> |       |       |       | <b>R4</b> |       |       |       | <b>R3</b> |       |      |       |     |
| **        | R6T2 | R6T13 | R6T12 | R5T2      | R5T9  | R5T11 | R5T1  | R4T12     | R4T5  | R4T1  | R4T13 | R3T13     | R3T5  | R3T1 | R3T6  | 10m |
| 2m        |      |       |       |           |       |       |       |           |       |       |       |           |       |      |       |     |
| **        | R6T7 | R6T10 | R6T9  | **        | R5T7  | R5T12 | R5T5  | **        | R4T3  | R4T4  | R4T7  | **        | R3T10 | R3T2 | R3T8  |     |
| R6T8      | R6T5 | R6T3  | R6T1  | **        | R5T6  | R5T8  | R5T13 | **        | R4T2  | R4T6  | R4T8  | **        | R3T12 | R3T9 | R3T7  |     |
| **        | R6T6 | R6T4  | R6T11 | **        | R5T10 | R5T4  | R5T3  | **        | R4T10 | R4T11 | R4T9  | R3T4      | R3T3  | **   | R3T11 |     |

## Essai courbe de réponse **NPK-Tournesol 2007**

### 1) Objectif

Déterminer les besoins en NPK de façon à pouvoir définir la dose appropriée à la culture du tournesol. Les essais sont localisés dans la zone cotonnière du Cameroun sur deux sites : Sanguéré (zone Garoua), Soukoundou (Guider).

### 2) Dispositif expérimental

Essai blocs de Fischer, 8 répétitions, 8 traitements (doses).

#### Sanguéré :

Traitement principal (doses NPK) : parcelle élémentaire 9 lignes x 0.6 x 10 m = **54 m<sup>2</sup>**,

nombre de lignes = 9 (2 lignes de bordure, 7 lignes de récolte) de 10 mètres linéaires ;

Sous-traitement (avec et sans urée) : parcelle élémentaire 9 lignes x 0.6 x 5 m = **27 m<sup>2</sup>**.

nombre de lignes = 9 (2 lignes de bordure, 7 lignes de récolte) de 5 mètres linéaires.

Superficie totale de l'essai: **3456 m<sup>2</sup>**.

#### Soukoundou :

Traitement principal (doses NPK) : Parcelle élémentaire : 8 lignes x 0.6 m x 10 m = **48 m<sup>2</sup>**,

nombre de lignes = 8 (2 lignes de bordure, 6 lignes de récolte) de 10 mètres linéaires ;

Sous-traitement (avec et sans urée) : parcelle élémentaire 8 lignes x 0.6 x 5 m = **24 m<sup>2</sup>**,

nombre de lignes = 8 (2 lignes de bordure, 6 lignes de récolte) de 5 mètres linéaires

Superficie totale de l'essai : 4.8 x 16 x 46 = **3072 m<sup>2</sup>**.

### 3) Traitements

| Trts      | Unités NPK (kg/ha) | Quantité NPK/parcelle principale (g) | Unités N, sous parcelle (kg/ha) | Quantité N/ sous parcelle (g) |
|-----------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| <b>T1</b> | 0                  | <b>0</b>                             | 0 -100                          | <b>0 – 270</b>                |
| <b>T2</b> | 40                 | <b>216</b>                           | 0 -100                          | <b>0 – 270</b>                |
| <b>T3</b> | 80                 | <b>432</b>                           | 0 -100                          | <b>0 – 270</b>                |
| <b>T4</b> | 120                | <b>648</b>                           | 0 -100                          | <b>0 – 270</b>                |
| <b>T5</b> | 160                | <b>864</b>                           | 0 -100                          | <b>0 – 270</b>                |
| <b>T6</b> | 200                | <b>1080</b>                          | 0 -100                          | <b>0 – 270</b>                |
| <b>T7</b> | 240                | <b>1296</b>                          | 0 -100                          | <b>0 – 270</b>                |
| <b>T8</b> | 280                | <b>1512</b>                          | 0 -100                          | <b>0 - 270</b>                |

NPK amené sous la formulation 22 – 10 – 15 6S 1B

N : amené sous forme d'urée (46% N) :

### 4) Conduite expérimentale :

**Préparation du terrain** : labour aux bœufs

**Semis:**

- date: entre le 17 juin à Sanguéré et 29 juillet à Soukoundou.
- écartement entre les lignes: 60 cm
- écartement sur la ligne: 25 cm (4 poquets /m linéaire), deux graines /poquet démarié à 1 plante/poquet : objectif de densité visé de 66 600 plantes/ha
- profondeur de semis: 3 cm

#### **Fertilisation :**

L'engrais (NPK 15-20-15) est apporté dans un sillon tracé à coté du rang de tournesol. Pour éviter tout risque de perte ou déplacement d'engrais par ruissellement, il est recommandé de procéder à un buttage dès l'apport d'engrais achevé.

L'urée supplémentaire est apporté de la même manière à la dose de 150 kg/ha.

**Entretien :** désherbage manuel selon besoin

#### **5) Mesure en cours de cycle :**

Pourcentage de levée :

Date de floraison

Hauteur de la plante à la floraison

Maladies foliaires

Verse

Attaques insectes

#### **6) Récolte :**

##### **Sanguéré :**

Récolte des 7 lignes centrales, après élimination de 50 cm de part et d'autres des lignes et de part et d'autre des sous parcelles, soit 7 lignes x 0.6m x 8m = **33.6 m<sup>2</sup>** pour une parcelle principale et 7lignes x 0.6 m x 4 m = **16.8 m<sup>2</sup>** pour une sous parcelle.

mesures :

sur toutes les parcelles :

nombre plantes à la récolte

Poids grains

Humidité des grains sur quelques pieds :

Diamètre capitulaire

Poids moyen de graines par plantes

Poids de 1000 grains

Huile

Protéines

# PLAN DE L'ESSAI DOSES NPK-TOURNESOL SANGUERE 2007

| 0 uree | + uree |   | 0 uree | + uree | 2 | 0 uree | + uree |  | 0 uree | + uree |  |
|--------|--------|---|--------|--------|---|--------|--------|--|--------|--------|--|
| T3     | T3+    |   | T6     | T6+    |   | T5     | T5+    |  | T7     | T7+    | 5.4 m<br>9 lignes<br>0.6 m espacement<br><b>R1</b> |
| T2     | T2+    |   | T4     | T4+    |   | T8     | T8+    |  | T1     | T1+    |  |
| T4     | T4+    |   | T2     | T2+    |   | T1     | T1+    |  | T6     | T6+    | <b>R2</b>  |
| T8     | T8+    |   | T3     | T3+    |   | T7     | T1+    |  | T5     | T5+    |  |
| T1     | T1+    |   | T6     | T6+    |   | T4     | T4+    |  | T7     | T7+    | <b>R3</b>  |
| T2     | T2+    |   | T3     | T3+    |   | T5     | T5+    |  | T8     | T8+    |  |
| T4     | T4+    |   | T1     | T1+    |   | T5     | T5+    |  | T6     | T6+    | <b>R4</b>  |
| T3     | T3+    |   | T7     | T7+    |   | T8     | T8+    |  | T2     | T2+    |  |
| T4     | T4+    |   | T5     | T5+    |   | T2     | T2+    |  | T8     | T8+    | <b>R5</b>  |
| T7     | T7+    |   | T6     | T6+    |   | T1     | T1+    |  | T3     | T3+    |  |
| T5     | T5+    |   | T4     | T4+    |   | T2     | T2+    |  | T8     | T8+    | <b>R6</b>  |
| T3     | T3+    |   | T1     | T1+    |   | T7     | T7+    |  | T6     | T6+    |  |
| T3     | T3+    |   | T2     | T2+    |   | T6     | T6+    |  | T4     | T4+    | <b>R7</b>  |
| T8     | T8+    |   | T5     | T5+    |   | T7     | T7+    |  | T1     | T1+    |  |
| T7     | T7+    |   | T8     | T8+    |   | T4     | T4+    |  | T5     | T5+    | <b>R8</b>  |
| T2     | T2+    |   | T3     | T3+    |   | T1     | T1+    |  | T6     | T6+    |  |
| 5m     | 5m     | 2 |        |        |   |        |        |  |        |        |  |

Traitement principal : doses NPK kg/ha (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280) : 9 lignes x 0.6 espace x 10m = 54 m<sup>2</sup>

Sous traitement : avec et sans urée kg/ha (0, 100) : 9 lignes x 0.6 espace x 5 m = 27m<sup>2</sup>

Q NPK /parcelle principale en g : T2 = 216g ; T3 = 432g ; T4 = 648g ; T5 = 864g ; T6 = 1080g ; T7 = 1296g ; T8 = 1512g

Q urée par sous parcelle : 270g



# PLAN DE L'ESSAI DOSES NPK-TOURNESOL SOUKOUNDYOU 2007

|    |        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |  |   |
|----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|---|
|    |        | 4.8 m     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |  |  |   |
| R7 | 0 urée | R7T1      | R7T2      | R7T3      | R7T5      | R7T4      | R8T2      | R8T4      | R8T1      | R8T5      | R8T3      | 10 m<br>8 lignes<br>0.6<br>espacement<br><b>R8</b> |  | m |
|    | + urée | R7T1<br>+ | R7T2<br>+ | R7T3<br>+ | R7T5<br>+ | R7T4<br>+ | R8T2<br>+ | R8T4<br>+ | R8T1<br>+ | R8T5<br>+ | R8T3<br>+ |  |  |   |
| R5 | 0 urée | R5T5      | R5T3      | R5T2      | R5T4      | R5T1      | R6T3      | R6T1      | R6T4      | R6T2      | R6T5      | <b>R6</b>  |  |   |
|    | + urée | R5T5<br>+ | R5T3<br>+ | R5T2<br>+ | R5T4<br>+ | R5T1<br>+ | R6T3<br>+ | R6T1<br>+ | R6T4<br>+ | R6T2<br>+ | R6T5<br>+ |  |  |   |
| R3 | 0 urée | R3T1      | R3T3      | R3T4      | R3T2      | R3T5      | R4T1      | R4T5      | R4T3      | R4T2      | R4T4      | <b>R4</b>  |  |   |
|    | + urée | R3T1<br>+ | R3T3<br>+ | R3T4<br>+ | R3T2<br>+ | R3T5<br>+ | R4T1<br>+ | R4T5<br>+ | R4T3<br>+ | R4T2<br>+ | R4T4<br>+ |  |  |   |
| R1 | 0 urée | R1T4      | R1T5      | R1T2      | R1T3      | R1T1      | R2T1      | R2T4      | R2T3      | R2T2      | R2T5      | <b>R2</b>  |  |   |
|    | + urée | R1T4<br>+ | R1T5<br>+ | R1T2<br>+ | R1T3<br>+ | R1T1<br>+ | R2T1<br>+ | R2T4<br>+ | R2T3<br>+ | R2T2<br>+ | R2T5<br>+ |  |  |   |

Traitement principal : doses NPK kg/ha (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280) : 5 lignes x 0.6 espace x 10m = 30 m<sup>2</sup>

Sous traitement : avec et sans urée kg/ha (0, 100) : 5 lignes x 0.6 espace x 5 m = 15m<sup>2</sup>

Q NPK /parcelle principale en g : T2 = 120g ; T3 = 240g ; T4 = 360g ; T5 = 480g ; T6 = 600g ; T7 = 720g ; T8 = 840g

Q urée par sous parcelle : 150

